



Bullerreducerande metoder för exponerade boendemiljöer nära bilvägar

Noise reduction methods for exposed living environments near traffic roads

Ida Grundh

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institution för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2021



Bullerreducerande metoder för exponerade boendemiljöer nära bilvägar

Noise reduction methods for exposed living environments near traffic roads

Ida Grundh

| | |
|------------------------------|--|
| Handledare: | Linn Osvalder, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning |
| Examinator: | Kristin Wegren, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning |
| Omfattning: | 15 hp |
| Nivå och fördjupning: | Grundnivå, G2E |
| Kurstitel: | Självständigt arbete i Landskapsarkitektur G2E |
| Kurskod: | EX0845 |
| Program/utbildning: | Landskapsarkitektprogrammet |
| Kursansvarig inst.: | Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning |
| Utgivningsort: | Alnarp |
| Utgivningsår: | 2021 |
| Omslagsbild: | Ida Grundh |
| Nyckelord: | Buller, Trafikbuller, Bullernivåer, Bullerstörning, Bullerexponering, Bullerreducering Road-traffic noise, Car noise sensitivity, Noise annoyance, Noise exposure, Noise barriers, Noise ratings |

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammandrag

Landskapsarkitekter och stadsplanerare behöver rätt verktyg för att forma framtidens hållbara städer. Då buller är en av de största miljöstörningarna i Sverige behöver dessa belysas och rätt metoder appliceras. Uppsatsen berör flera befintliga metoder för bullerreducering som en landskapsarkitekt kan arbeta med för att skapa goda boendemiljöer.

Metoderna har studerats via en litteraturstudie och specificerats för att ge exempel på hur dessa kan användas i bullerexponerade boendemiljöer i anslutning till bilvägar. Litteraturstudien visar att immissionsbegränsande metoder som bullervall, bullerskärm eller bebyggelse endast har inverkan på närliggande miljö, dock kan de vara effektiva om de appliceras och konstrueras korrekt av landskapsarkitekter vid stadsplanering. Emissionsbegränsande metoder kan underlätta för fler människor då bullerreduceringen begränsas direkt vid källan, dvs hos fordonet eller vägbeläggningen. Dessa åtgärder är svårare för en landskapsarkitekt att påverka men viktiga att ha i åtanke vid planeringsprocessen.

Resultatet av litteraturstudien sammanfattas över hur emission- och immissionsbegränsande åtgärder kan appliceras. Åtgärderna används som underlag till en fallstudie i form av en principskiss över ett bullerexponerat arbetsområde i Lomma kommun med förhoppningar att minska bullret i kommunens västra delar. Enligt en bullerutredning uppgår ljudnivåerna till 60–65 dBA i de mest utsatta delarna, andra utsätts för nivåer mellan 55–60 dBA. Då kommunen strävar efter att uppnå Naturvårdsverkets rekommendationer på 55 dBA (Leq24h) (vid bostadens fasad) behöver åtgärder göras för att uppfylla dem.

Principskissen visar hur olika bullerreducerande metoder kan kombineras för att skapa goda ljudnivåer och intressanta inslag i det omgivande landskapet. Principskissen innehåller ny bebyggelse (kontorsbyggnader, parkeringshus och verksamheter) bullervall, bullerskärm, ljudmur, vegetation, gröna väggar och gröna tak. Något som är tydligt för effektiv bullerreducering på ett område där bullernivån redan är hög är att placera åtgärden nära bullerkällan eller nära det exponerade området. Åtgärderna ska inte lämna glipor där ljudet kommer igenom, därför har byggnader, bullervall och bullerskärm placerats utan mellanrum i största möjliga mån.

Nyckelord: Buller, Trafikbuller, Bullernivåer, Bullerstörning, Bullerexponering, Bullerreducering

Abstract

Landscape architects and urban planners need the right tools to shape the sustainable cities of the future. As noise from traffic roads is one of the biggest environmental disturbances in Sweden, this needs to be highlighted so the right methods can be applied. The thesis touches on several existing methods for noise reduction that a landscape architect can use to create good living environments.

The methods have been studied via a literature study and specified to provide examples of how these can be used in noise-exposed living environments in connection with traffic roads. The literature study shows that immission-limiting methods such as noise barriers, noise screens or buildings only have an impact on the surrounding environment, however they can be effective if they are applied and constructed correctly by landscape architects in urban planning. Emission-limiting methods can be effective for more people as the noise reduction is limited directly at the source, for example at the vehicle or the road surface. These measures are more difficult for a landscape architect to influence but important to keep in mind during the planning process.

The results of the literature study are summarized on how immission-limiting and emission-limiting methods can be applied. The methods are used for a case study in the form of a principle sketch of a noise-exposed work area in Lomma municipality with hopes of reducing the traffic noise in the western parts of the municipality. According to a noise investigation it reaches 60–65 dBA in the worst areas, in other areas noise levels reach between 55–60 dBA. As the municipality strives to achieve the Swedish Environmental Protection Agency's recommendations of 55 dBA (Leq24h) (at the residential facade), measures need to be taken to fulfil the requirements.

The principle sketch shows how different noise reduction methods can be combined to create good noise levels and interesting elements in the surrounding landscape. The principle sketch contains new buildings (office buildings, parking garages and businesses) noise barrier, noise screen, soundwall, vegetation, green walls and green roofs. Something that is clear for effective noise reduction in an area where the noise level is already high is to place the measures close to the noise source or close to the exposed area. The measures must not leave gaps where the sound can break through, therefore the buildings, noise barrier and noise screen have been placed without gaps as much as possible.

Keywords: Road-traffic noise, Car noise sensitivity, Noise annoyance, Noise exposure, Noise barriers, Noise ratings

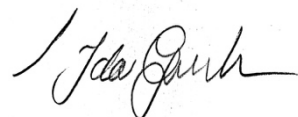
Förord

Skrivandet har varit svårt och utmanande, att komma på ett ämne och inriktning har inte varit det lättaste. Jag valde att skriva om något jag ville lära mig mer om, vilket hjälpt mig med motivationen under arbetets gång. Jag har förstått att vägen framåt är att även på dåliga dagar kämpa på och skriva något, oavsett hur lite så är varje mening ett steg närmare målet. Att på raster ta en tur ute i den vackra Alnarpsparken har varit nyttigt, att spendera dessa med fina vänner har hjälpt mig mycket.

Jag vill tacka min handledare Linn Osvalder för all vägledning i mitt skrivande och Helena Sääf på Lomma kommun som bidragit med väsentligt material för min uppsats.

Familj och vänner har peppat mig och hjälpt mig finna styrka som krävdes för att slutföra uppsatsen. Vill även rikta tacksamhet till Securitas som hjälpt mig sätta stopp när kvällarna blivit alltför sena. Slutligen vill jag tacka min pojkvän Anders som stöttat mig i vått och torrt, fångat upp mig när arbetet känts omöjligt och hjälpt mig framåt.

Skrivandet är inte en dans på rosor och de tuffa tiderna hade inte varit genomförbara utan alla som stöttat mig!



Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| Figurförteckning | 11 |
| Förkortningar | 13 |
| 1. Inledning | 15 |
| 1.1. Bakgrund | 15 |
| 1.2. Mål..... | 16 |
| 1.3. Syfte | 16 |
| 1.4. Frågeställning..... | 17 |
| 1.5. Material och metod | 17 |
| 1.5.1. Litteraturstudie | 17 |
| 1.5.2. Fallstudie | 17 |
| 1.6. Avgränsning | 17 |
| 2. Litteraturstudie | 18 |
| 2.1. Ljud..... | 18 |
| 2.2. Vibrationer | 19 |
| 2.3. Buller | 20 |
| 2.4. Bullerreducering | 21 |
| 2.4.1. Emissionsbegränsande åtgärder | 22 |
| 2.4.2. Immissionsbegränsande åtgärder | 23 |
| 2.5. Vegetationens fördelar i boendemiljöer | 30 |
| 2.5.1. Ekosystemtjänster | 30 |
| 2.5.2. Vindskydd | 30 |
| 2.6. Typutformning för byggnationer och installationer | 31 |
| 2.7. Sammanfattning bullerreducerande åtgärder..... | 34 |
| 3. Fallstudie..... | 36 |
| 3.1. Lomma kommun..... | 36 |
| 3.1.1. Bullerproblematik | 37 |
| 3.2. Arbetsområde för bullerreducerande åtgärder | 39 |
| 3.2.1. Platsinformation | 39 |
| 3.2.2. Analys | 41 |
| 3.2.3. Principskiss | 42 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 4. Avslutande diskussion | 45 |
| 4.1. Metoddiskussion..... | 47 |
| 4.2. Slutsats..... | 47 |
| 4.3. Vidare forskning | 48 |
| 5. Referenser..... | 49 |
| Bilaga 1 | 53 |
| Bilaga 2 | 56 |

Figurförteckning

| | |
|---|----|
| Figur 1. Illustration gjord av författaren fritt ritad från (SKL 2017:13) över bullerspridningen. Bullerreducerande åtgärder som vegetation, bullervall och bullerskärm får bäst effekt om de är placerade nära bullerkällan. God effekt kan uppnås om åtgärder placeras i nära anslutning till exponerat område. Sämst placering är mitt emellan bullerkälla och exponerat område då ljudvågorna kan ta sig över. | 24 |
| Figur 2. Illustration gjord av författaren på exempel hur förtätning kan reducera buller genom att isolera exponerade innergårdar med ny bebyggelse. | 28 |
| Figur 3. Illustration gjord av författaren inspirerad av Boverket (2008). Exempen visar utformningar för bebyggelse som ger förutsättningar till goda boendemiljöer. | 32 |
| Figur 4. Illustration gjord av författaren inspirerad av Boverket (2008). Exempen visar utformningar för bebyggelse som är acceptabel under vissa förutsättningar. | 33 |
| Figur 5. Illustration gjord av författaren inspirerad av Boverket (2008). Exempen visar utformningar för bebyggelse som avråds. | 33 |
| Figur 6. Illustration gjord av författaren utefter bakgrundskarta från © Lantmäteriet. Visar Lommas position i Skåne i förhållande till Lund och Malmö. E6 är utritad, fortsätter till Danmark och norrut i Sverige. | 36 |
| Figur 7. Delområde 1 tv, delområde 2 th, bullerutredning baserat på trafikdata år 2038, gjort av Cowi 2019-11-04 på uppdrag av Lomma kommun. Hela dokumentet finns även som bilaga 1. | 37 |
| Figur 8. Gjord av författaren med bakgrund Ortofoto 0,25 m © Lantmäteriet. Karta över Lomma som visar delområden och arbetsområde för principskiss. .. | 39 |
| Figur 9. Bilder tagna av författaren 17-05-2021 som visar platsen som berörs i kommande avsnitt analys och principskiss. Översta bilden visar hela arbetsområdet. | 40 |
| Figur 10. Illustration gjord av författaren. Analys som visar arbetsområdet och vilka delar (orange) som behöver vara intakta och utan glipor i största möjliga mån för att hindra att buller från E6 tar sig in och vidare till befintliga bostäder. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet. | 41 |

| | |
|--|----|
| Figur 11. Principskiss av författaren. Bullerreducerande åtgärder applicerade i Lomma kommun i arbetsområdet inom delområde 2 längs E6. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet. | 42 |
| Figur 12. Illustration/perspektiv gjord av författaren över arbetsområdet sett från bullervall, se exakt placering i figur 11. | 43 |
| Figur 13. Illustration gjord av författaren som konceptuellt visar utbredningen av buller från E6 och Malmövägen innan åtgärder. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet. | 44 |
| Figur 14. Illustration gjord av författaren som konceptuellt visar utbredningen av buller från E6 och Malmövägen efter applicerade bullerreducerande åtgärder. Buller för befintliga bostäder kommer minskas och förhoppning är att uppnå tyst/ljuddämpad sida. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet. | 44 |

Förkortningar

| | |
|---------------|---|
| $L_{Aeq,24h}$ | Ekvivalent ljudnivå över 24h. |
| dB | Decibel, mäter ljudstyrka och ljudnivå med en jämn frekvensgång. |
| dBA | Även kallad A-vägning. En varierad frekvensgång som är anpassad efter människors hörselorgan. |
| L_{den} | Ljudnivå över dag, kväll och natt. |
| L_{night} | Ekvivalent ljudnivå på natten. |

1. Inledning

1.1. Bakgrund

I min utbildning har bullerfrågan diskuterats ytterst lite vilket har motiverat mig att på egen hand ta till mig kunskap för att kunna planera framtidens hållbara städer med hänsyn till att minimera bullerspridningen. Det finns en mängd bullerreducerande metoder en landskapsarkitekt kan använda sig av för att skapa goda boendemiljöer, bara vetenskapen och kunskapen om dem belyses.

Buller är ett ämne som hör ihop med urbaniseringen då fler människor på samma plats leder till mer buller från infrastruktur och påverkar många som väljer att bosätta sig i urbana och stadsnära miljöer. Socialstyrelsen (2009) har upprättat en rapport där de belyser buller som den miljöstörning som påverkar flest människor i Sverige. Socialstyrelsen nämner även ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar som negativa hälsoeffekter buller kan medföra vid lång exponering (Socialstyrelsen 2009).

Världshälsoorganisationen (WHO) (2018:15) rekommenderar starkt en genomsnittlig ljudnivå (utomhus vid husfasaden) på 53 dB L_{den} för vägtrafikbuller över ett dygn och på natten 45 dB L_{night} då högre ljudnivåer kan kopplas till negativa hälsoeffekter och försämrade sömn. För att minska bullerexponeringen rekommenderar WHO att vidta åtgärder direkt i anslutning till bullerkällan samt mellan källan och de drabbade områdena (WHO 2018).

Enligt Sveriges kommuner och landsting (SKL) (2015) benämns olika metoder för att minska buller, åtgärder kan göras direkt vid bullerkällan, även kallade emissionsbegränsande åtgärder, eller mellan källan och det bullerexponerade området, även kallade immissionsbegränsande åtgärder. Emissionsbegränsande åtgärder kan vara bullerreducerande beläggningar och däck, begränsad trafikmängd eller sänkta hastigheter. Immissionsbegränsande åtgärder kan vara bullervallar, bullerskärm, vegetation eller bulleravskärmande bebyggelse (SKL 2015).

Bland Sveriges befolkning beräknas, enligt Folkhälsomyndigheten (2021:44–52), cirka 2 miljoner (20 procent) exponeras av trafikbuller över 55 dB ekvivalent ljudnivå, beräknat utomhus vid bostadens fasad. Barn och unga är särskilt känsliga för buller, särskilt om de har någon hörselnedsättning. Omkring 27 procent av alla barn som bor i lägenhet i flerfamiljshus har fönster mot bullerkällor som trafikerad gata, järnväg eller industri. Det kan jämföras med barn som bor i småhus som ligger på omkring 15 procent. Bristen på bostäder i storstadsregionerna leder till att det förtätas mer och mer i anslutning till större transportleder där bullernivån är hög (Folkhälsomyndigheten 2021).

Med så många drabbade i Sverige är därför buller en allvarlig och relevant fråga för stadsplanerare och landskapsarkitekter. Det är viktigt att personer med sådan befattning använder sig av bullerreducerande metoder för att planera och utforma framtidens goda boendemiljöer.

För Lomma kommun är bullerfrågan viktig då E6 passerar kommunens östra sida vilket skapar bullernivåer som stör boende i närheten av motorvägen. Kommunen har en pågående utredning om hur de med hjälp av bebyggelse i kombination med andra metoder som vegetation, bullervall och bullerskärm kan motverka buller från E6. Bullerreducerande åtgärder och principskiss är framtagna i uppsatsen som kan användas som inspiration till Lomma kommun i framtida planeringsprocesser.

1.2. Mål

- Att identifiera befintliga metoder för bullerreducering som en landskapsarkitekt kan använda för att skapa goda boendemiljöer och testa hur dessa kan appliceras i en principskiss.

Resultatet presenteras som litteraturstudier där befintliga metoder för bullerreducering ligger till grund för en principskiss i bullerexponerat arbetsområde. Principskissen innefattar bebyggelse, bullervall, bullerskärm, ljudmur, vegetation, gröna väggar och gröna tak som minskar buller och samspelar med omgivande strukturer i landskapet.

1.3. Syfte

Syftet med uppsatsen är att bilda en bättre förståelse för vilka bullerreducerande metoder en landskapsarkitekt kan använda sig av för att skapa goda boendemiljöer nära bilvägar.

Vidare är syftet med uppsatsen att bidra med idéer över befintliga metoder för bullerreducering med hjälp av principskiss i ett bullerexponerat arbetsområde.

1.4. Frågeställning

- Vilka bullerreducerande metoder kan användas i utemiljön för att minska buller från bilvägar och hur kan dessa appliceras i en principskiss i ett bullerexponerat arbetsområde för att förbättra boendemiljön för befintliga bostäder?

1.5. Material och metod

1.5.1. Litteraturstudie

Uppsatsen baseras på litteraturstudie för att reda ut de grundläggande begreppen kring ljud, hur trafikbuller uppkommer och vad det har för hälsoeffekter. Vidare görs litteraturstudie kring de befintliga metoder en landskapsarkitekt kan använda för att minska buller från bilvägar vid utformning av exponerade boendemiljöer.

1.5.2. Fallstudie

Resultaten från litteraturstudier används som underlag till en fallstudie i bullerexponerat arbetsområde i Lomma kommun som skall exploateras med förhoppningar att minska bullret i kommunens västra delar. Fallstudien innefattar principskiss i Lomma kommun baserade på befintliga metoder för bullerreducering som innehåller ny bebyggelse (kontorsbyggnader, parkeringshus och verksamheter) bullervall, bullerskärm, ljudmur, vegetation, gröna väggar och gröna tak. Arbetsområdet som berörs i principskissen är en grönyta som inte har någon befintlig eller föreslagen bebyggelsestruktur att utgå från. Bebyggelsens utformning och placering inspireras därför från Boverket (2008) dokument med rekommenderade typutformningar beroende på bullersituation (mer information om dessa i 3.6).

Material med information om området har skickats från Lomma kommun som kommer tas hänsyn till, såsom beräkningar över bullernivåerna, detta för att stärka argumenten för bullerreducerande åtgärder. Utformningen behöver även ta hänsyn till en kraftledning som kräver ett säkerhetsavstånd på 30 m på vardera sida.

1.6. Avgränsning

Uppsatsen fokuserar främst på buller från motordrivna fordon längs bilvägar. De bullerreducerande metoderna som tas upp är främst sådana som en landskapsarkitekt kan påverka i utemiljön, dvs inte åtgärder som kan göras direkt på den bullerexponerade byggnaden såsom tätning av fönster eller ventilation.

2. Litteraturstudie

2.1. Ljud

Arbetsmiljöverket (2002) beskriver ljud som tryckvariationer (även kallade vågrörelser) som skapar vibrationer som uppfattas av trumhinnan i örat. Människan mäter ljud via den kraft tryckvariationerna ger på trumhinnan, den variationen kan delas in i tre mätgrupper: frekvens, våglängd och ljudhastighet. Amplituden av tryckvariationen anges i enheten pascal (Pa) som används för att mäta ljudets styrka. För att mäta tonhöjden på ljud används begreppet frekvens som mäts i skalan hertz (Hz). Det som människan uppfattar som bastoner går vid en låg frekvens och diskanttoner som hög frekvens. För att kunna mäta ljudets rörelse över en sträcka används termen våglängd som mäts i meter (m). Ljudhastigheten mäts i meter per sekund (m/s) och kallas även utbredningshastighet. Varje ljudkälla ger ifrån sig olika kombinationer av styrka, frekvens, våglängd och utbredningshastighet och detta skapar en ljudbild som levande ting kan registrera (Arbetsmiljöverket 2002).

Arbetsmiljöverket (2002) skriver vidare om vilka uppdelningar det finns för ljud, de är infraljud, hörbart ljud och ultraljud. Infraljud klassificeras med frekvenser under 20 Hz, ultraljud över 20 000 Hz och hörbart ljud som vi människor uppfattar faller mellan dessa frekvenser. Ljudets styrka beskrivs med en logaritmisk skala som är anpassad för örats breda spektrum och används inom akustiken med beteckningen nivå som ofta anges i enheten *decibel* (dB) (Arbetsmiljöverket 2002).

För att förstå hur ljud uppfattas av människan förklarar Trafikverket (2020) hur den logaritmiska skalan fungerar, för varje tionde steg i skalan ökar ljudnivån med tio gånger. Smärtgränsen för en människa med god hörsel är ligger vid 140 dB som är omkring 100 000 miljarder gånger starkare än vid 0 dB som är det svagaste ljud vi kan uppfatta.

Begreppet *A-vägning* är en vägning av ljudets frekvenssammansättning som normalt används för trafikbuller och uttrycks dBA. A-vägningen är anpassad för människans hörsel, det vill säga känsligheten för låga frekvenser är mycket lägre än känsligheten för högre frekvenser som uppfattas starkt av örat. Följande kommer exempel på decibelnivåer inom A-vägningen: vindprassel cirka 35 dBA, normalt

samtal cirka 60 dBA, storstadsgata cirka 75 dBA, diskotek cirka 105 dBA (Trafikverket 2020a).

Det finns även olika ljudkaraktärer som Arbetsmiljöverket (2002) beskriver, dessa beror på hur ofta ljudkällan ger ifrån sig en frekvens- och styrkesammansättning, karaktärerna är kontinuerliga, fluktuerande och impulsartade. Kontinuerligt är konstant ljud från exempelvis motorer som inte varierar med tiden, fluktuerande är när frekvens- och styrkesammansättningen varierar hela tiden och impulsartade ljud är kortvariga som exempelvis skott. Ljud kan färdas och överföras mellan gaser, vätskor och fasta material, alla ting som har en massa och är elastiska. För att mäta den genomsnittliga ljudtrycksnivån under en viss tidsperiod har ett mått tagits fram som kallas *ekvivalent ljudtrycksnivå* som ger ett medelvärde över tiden under exempelvis en arbetsdag på 8 timmar (Arbetsmiljöverket 2002).

SKL (2015:140) beskriver ett annat begrepp som används för att förstå bullernivåer, det kallas *maximalnivåer* eller *maximala ljudnivåer*. Maximalnivån mäts för att bedöma hur störande en bullerkälla upplevs, det som undersöks då är maximalnivån på antal ljudhändelser samt hur länge de pågår. Begreppet används ofta i samband med ekvivalent nivå för att förstå om ljudnivåerna är så pass höga och frekventa att de klassificeras som icke godkänd ljudnivå. Även om den ekvivalenta nivån är acceptabel så kan den maximala ljudnivån vara undermålig. Exempelvis är det relevant om maximalnivån på 45 dBA överstigs mer än 5 gånger nattetid då det påverkar sömnen negativt (SKL 2015).

2.2. Vibrationer

SKL (2015:143) beskriver vibrationer som skakningar som transporteras i löst markmaterial, exempelvis jord, dessa skakningar överförs till byggnader som sätts i svängning. Vibrationer ger mycket sällan skador på byggnader, exempelvis sprickor eller dylikt, men kan utmynna sig i störningar och problem för människor som insomningsbesvär, trötthet, sömn- eller koncentrationssvårigheter. Besvären från vibrationer påverkas av intensiteten, frekvensen, tidpunkten samt längden på vibrationerna (SKL 2015).

E. Öhrström och A. Skånberg (2006:24–30) skriver i en rapport hur buller upplevs som mer störande i kombination med vibrationer då människor uppmärksammar störningen till en högre grad. En annan studie i rapporten visar att människor som utsätts för höga vibrationsnivåer i kombination med höga bullernivåer upplever vibrationerna som mindre störande än om bullernivåerna var låga, vilket antyder att vibrationer kan maskeras av buller. Rapporten redogjorde att människor som bor i villa störs mer av vibrationer än boende i flerfamiljshus medan störning från buller skiljde sig obetydligt, dock något högre för villor. Vidare framgår det att buller har större inverkan på den totala upplevda störningen än vad

vibrationer har. De olika studierna som tas upp i rapporten ger inte någon entydig bild av förhållandet mellan buller och vibration, men för att förstå den totala upplevda störningen framgår det som nödvändigt att mäta buller och vibration tillsammans och inte separat (Öhrström & Skånberg 2006).

Vibrationer kan minskas till hälften eller mer enligt SKL (2015:170) genom att anlägga vägen på en stabil grund med extra bärighet då vibrationerna dämpas innan de når marken vid sidan om vägen.

2.3. Buller

Folkhälsomyndigheten (2019) beskriver att fysiskt finns det inget som skiljer ljud och buller åt, utan det är hur människan uppfattar ljudet psykologiskt som avgör om det är ett behagligt eller oönskat ljud som då klassificeras som buller (Folkhälsomyndigheten 2019).

SKL (2015:140) beskriver riktvärden för en god boendemiljö, ekvivalentnivån inomhus bör vara 30 dBA med en maximalnivå på 45 dBA som för varje natt får överskridas max 5 gånger. Vid uteplats i anslutning till bostad är ekvivalentnivån 50 dBA och maximalnivå 70 dBA och bör inte överskridas mer än 5 gånger per timme med som högst 10 dBA under dag och kväll (SKL 2015).

I en artikel skriven av Cai et al. (2021) granskas 13 studier gjorda mellan 2000 och 2020 över de negativa effekterna som långvarig exponering av buller kan orsaka. Studierna som granskats var gjorda i Danmark, Frankrike, Schweiz, Sverige, Spanien, Nederländerna, Storbritannien och Canada varav majoriteten fokuserade på trafikbuller samt några få på flygplans- och järnvägsbuller. De negativa hälsoeffekter buller medför som leder till ökad dödlighet som undersöktes i de flesta studierna var hjärtsjukdomar. Bland några få studier undersöktes andningssvårigheter, diabetes, cancer och neurodegenerativa sjukdomar. Sammanställningen av studierna redogjorde att en förhöjd ljudnivå med 10 dB L_{den} av trafikbuller ökade risken för kransartärsjukdom med 3 % som grundas i måttliga bevis mellan de studier som är gjorda på heterogena grupper. Kopplingen mellan olika bullerkällorna och andra kardiovaskulära sjukdomar var svaga och behöver undersökas ytterligare. Studierna visade också en rekommendation på en bullernivå på 53 dB, precis som WHO (World Health Organization) rekommenderar. Slutligen framgår det att mer forskning krävs inom ämnet i en global kontext för att förstå de negativa effekterna från buller (Cai et al. 2021).

I en rapport skriven av Öhrström och Skånberg (2006:25) diskuteras effekter av samtidig exponering från tåg- och vägtrafikbuller. En studie har gjorts över människor som utsätts för buller från både tåg- och vägtrafik, de var mer störda från respektive bullerkälla än människor som utsattes av enbart en av bullerkällorna, de summerade bullernivåerna var lika höga vid de båda fallen (totalt $L_{Aeq,24h} > 60$ dB) men den upplevda störningen skiljde sig åt. När åtgärder skall göras för

bullerexponerade områden är det viktigt att mäta och bedöma störningen av den totala bullernivån från alla bullerkällor och inte enbart från en bullerkälla. Det konstateras även att ytterligare undersökningar krävs för att förstå samverkan mellan samtidig exponering från tåg- och vägtrafikbuller (Öhrström & Skånberg 2006).

Resonemanget av Öhrström och Skånberg stöds även i allmänna råd från Boverket (2008:39) som skriver hur störningen uppfattas starkare om den kommer från olika bullerkällor, exempelvis samtidig exponering från tåg och bilar. Anledningen till detta är att ljudfrekvensen har olika karaktärer, ett monotont vägtrafikbuller i kombination med bullernivåer som uppkommer sporadiskt förstärker störningen. Stress och otrygghet på en plats i kombination med buller bidrar till att den upplevda störningen förstärks. Buller i kombination med vibrationer eller luftföroreningar förstärker också den totala störningen (Boverket 2008).

Statens offentliga utredningar (SOU) (2017:172–172) resonerar hur Sverige kan nå en god och jämlik hälsa via samhällsplanering genom att skapa trygga boendemiljöer och ge förutsättningar för social gemenskap och delaktighet. SOU poängterar att socioekonomiskt utsatta grupper har en tendens att exponeras för buller till en högre grad än övriga grupper (SOU 2017). Således behöver det skapas förutsättningar för jämlika boende- och närmiljöer med goda ljudnivåer.

2.4. Bullerreducering

Svensk byggtjänst (2011) skriver om vikten att alltid inkludera bullerfrågan vid planering av nya bostäder, detta för att begränsa bullerspridningen. Inom byggbranschen är det viktigt att tänka långsiktigt och räkna in framtida trafikökningar vid bullerutredningar. Många åtgärder för att minska buller vid källan är delvis politiska då de styrs av myndigheter, åtgärderna i fråga är hastighet, förbud mot tung trafik, begränsad användning av dubbdäck, trafikflöden och att begränsa antal p-platser. Andra åtgärder vid bullerkällan är tystare däck och fordon, dessa åtgärder faller inom fordonsbranschen. För byggherrar och väghållare inom anläggningsbranschen finns bullerreducerande åtgärder som tystare asfalt, bullervall, bullerskärm, vegetation, mjuk mark mm (Svensk Byggtjänst 2011).

Trafikverket (2020b) skriver hur bullerspridningen i ett område beror på en mängd olika faktorer som vind, temperatur, luftfuktighet, marktyp och topografi. Om det är medvind sprids ljudet från bullerkällan längre och en kylig dag kan sprida ljud 10 gånger så långt som en varm.

SKL (2017:31–32) belyser essensen att i planeringsprocessen analysera platsens funktioner som de ser ut idag och hur de kan komma att se ut i framtiden och anpassa möjliga åtgärder i ljudmiljön beroende på vilka karaktärer som skall dominera. Önskade ljud reduceras och önskade ljud förstärks. Fågelkvitter, vatten

som porlar, vinden som smeker och löv som prasslar bidrar med karaktär och värde till en plats. I en stadsnära miljö bidrar ljud från människor på ett fik, skratt och glädjetjut från en lekplats till karaktär och värde till en plats. Med korrekt anpassade bullerreducerande åtgärder finns fler fördelar än att ljudnivån blir anpassad för platsen som exempelvis möjligheter att bygga fler bostäder (*bebyggelse* och *förtätning*), öka den biologiska mångfalden (*vegetation*), dagvattenhantering förbättras (*vegetation*), ökad säkerhet längs vägar (*bullervall* och *bullerskärm*) (SKL 2017).

Mer information om de olika metoderna för bullerreducering framgår nedan.

2.4.1. Emissionsbegränsande åtgärder

SKL (2015:159–160) beskriver metoder för att minska bullerexponeringen direkt vid ljudkällan, det vill säga hos fordonet eller på vägbanan, dessa metoder kallas emissionsbegränsande åtgärder. Åtgärderna har effekt långsiktigt och överallt då det generellt hindrar uppkomsten av buller. Emissionsbegränsande åtgärder är relativt lätta att motivera hos invånarna då alla gynnas och kan totalt sett bli kostnadseffektiva. Metoderna kräver att bullret reduceras hos fordonet och dess däck, en vägbeläggning anpassad för platsen, begränsad trafikmängd eller sänkta hastigheter, även förarnas körsätt påverkar nivån av buller (SKL 2015).

Hastighet

När hastigheten ökar så ökar även bullernivån beskriver SKL (2015:168). Däckbullret ger ett betydande bidrag av den totala ljudnivån redan från 50 km/h, även vibrationer i bebyggelse påverkas starkt av hastigheten. Den ekvivalenta ljudnivån ökar med 2 dB om hastigheten ökar från 30 km/h till 50 km/h (SKL 2015).

Lutning

SKL (2015:168) beskriver lutningen på vägbanan som en väsentlig del i bullernivån, 5 procents lutning ger en ökning med 3 dB på ljudnivån. För att minska bullret behöver vägbanan vara vågrät (SKL 2015).

Korsningar

Korsningar bidrar till att den ekvivalenta ljudnivån kan höjas med 3 dB jämfört med samma gata utan korsning, detta skriver SKL (2015:168). Ökningen av buller vid korsningar beror på att fordonen accelererar och bromsar. Att förändra infrastrukturen för att minska antalet korsningar och därmed få en jämnare trafikrytm minskar bullret, viktigt att beakta är att minska antal korsningar kan leda till ökad hastighet vilket i sin tur leder till ökad bullernivå (SKL 2015).

Beläggning och däck

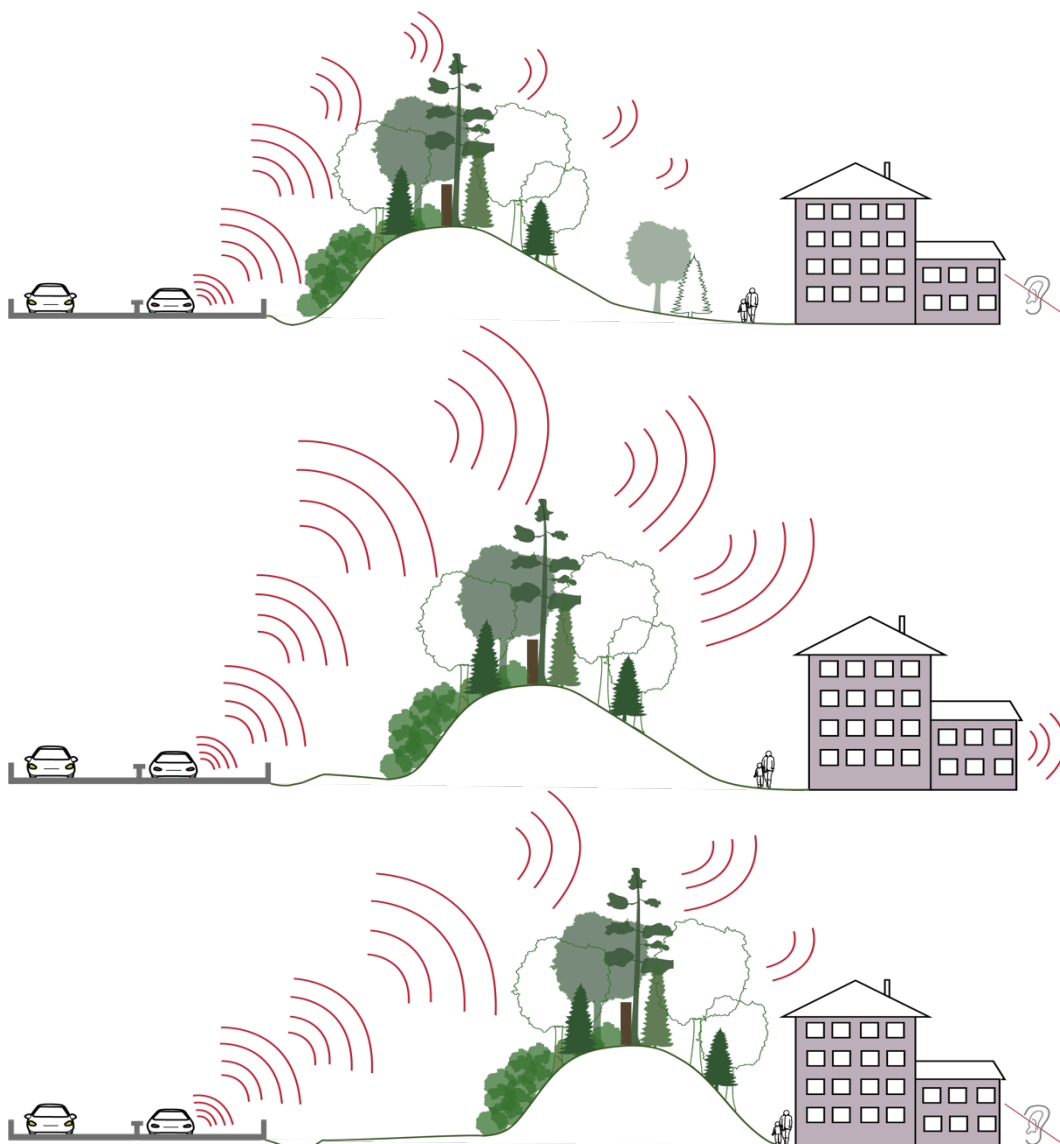
SKL (2015:168) skriver vidare att val av beläggning påverkar ljudnivån. Så kallad dränasfalt är en tyst beläggning som kan sänka ljudnivån med 6 dB i jämförelse med vanlig asfaltsbeläggning. Gatsten är bland de beläggningar som bullrar mest, den kan ge en ljudnivå på 2–3 dB högre än den vanliga beläggningen. Sliten ojämn beläggning med gropar eller brunnslock ökar ljudnivån och skapar vibrationer i kringliggande bebyggelse (SKL 2015).

Trafikbuller uppstår enligt Trafikverket (2021a) till största del från däckens kontakt med vägen, därför påverkar underlaget och valet av däck hur hög nivå på bullret blir. Beläggning med små stenar är dyra att underhålla men är tystare och ger mindre buller. Dubbade vinterdäck avger mer buller och vid hög användning inom ett område brukar därför en tåligare beläggning med större stenar användas som i sin tur leder till ökad bullernivå (Trafikverket 2021a).

2.4.2. Immissionsbegränsande åtgärder

Immissionsbegränsande åtgärder beskrivs av SKL (2015:160) som metoder för att minska bullerexponeringen mellan ljudkällan och det drabbade området vilket illustreras i figur 1 nedan. Åtgärderna beskrivs som kostsamma då det är relativt få som drar nytta av dem då de är platsbundna, dock är de effektfulla då de kan generera en minskning på 10–15 dBA. Åtgärderna är effektivast direkt vid källan man kan ge god effekt om den placeras i anslutning till det drabbade området, sämst är en placering mitt emellan (SKL 2015) (figur 1).

Stockholms stad (2019:30–31) benämner olika sätt att reducera buller, som är absorption (absorbera ljud i exempelvis mjuka ytor), avskärmning (reflektera bort ljud) och diffusion (sprida ljud i olika riktningar med hjälp av ojämna ytor). Metoderna beskrivs av SKL (2015:160) som exempelvis bullervallar, bullerskärm (även kallade bullerplank), att bearbeta marken med exempelvis vegetation eller att byta ut fönster på den drabbade bebyggelsen. Dessa typer av åtgärder blir vanligtvis aktuella i befintliga miljöer när problemet redan uppstått som behöver åtgärdas (SKL 2015).



Figur 1. Illustration gjord av författaren fritt ritad från (SKL 2017:13) över bullerspridningen. Bullerreducerande åtgärder som vegetation, bullervall och bullerskärm får bäst effekt om de är placerade nära bullerkällan. God effekt kan uppnås om åtgärder placeras i nära anslutning till exponerat område. Sämst placering är mitt emellan bullerkälla och exponerat område då ljudvågorna kan ta sig över.

Avstånd

SKL (2015:169) beskriver avstånd som en av faktorerna som minskar bullernivån då ljudet kan sprida ut sig över ett större område. Bullerstörningen som uppstår från en bilväg sprider sig halvcylindriskt och när avståndet från vägen fördubblas så fördubblas även arean för störningen. Luften kan på långa avstånd absorbera ljudet vilket ger en viss reducering av buller. Att använda avstånd som en strategi för att minska bullerexponeringen från befintliga bilvägar är svårt då det kräver stora ombyggnationer. Det är även svårt vid nyplanering av vägar då långa avstånd till bebyggelse kan leda till att tillgängligheten för kollektivtrafik samt gång- och cykelvägar blir sämre vilket i sin tur leder till att biltrafiken ökar. Mer biltrafik leder

till mer buller. Därför är avstånd som metod för bullerreducering inte att föredra (SKL 2015).

Markdämpning

Mjuk mark, det vill säga planteringar, skog, gräs eller liknande kan dämpa buller mellan bullerkällan och det drabbade området skriver SKL (2015:169). När avståndet från bullerkällan fördubblas så reducerar markdämpningen bullernivån med 3 dB. Befintliga bilvägar som omges av hård mark som asfalt, grus eller vatten kan ersättas med mjuk mark för att reducera bullerexponeringen för det utsatta området. Dränasfalt som är bullerreducerande kan anläggas vid parkeringsplatser för att minska ljudnivån med ungefär 3 dB för varje avståndsfördubbling, vid 100 meter kan det uppnå en reduktion på 10 dB. Olika typer av markmaterial dämpar vibrationer olika mycket, exempelvis sprids vibrationer långt i lera men dämpas i morän eller grus (SKL 2015).

Vegetation

Att använda vegetation som träd och buskar för att minska bullerexponeringen har sällan någon inverkan på ljudbilden, beskriver SKL (2015:169). Tätt vegetation vid större avstånd som 100 meter eller mer kan ge en bullerreducering på 1–2 dB, utan avstånd- och markdämpningen inräknat. Något som är positivt med att använda sig av vegetation som bullerreducering är dock att upplevelsen av bullret blir mindre intensivt då bilarna inte är lika synliga (SKL 2015).

I en artikel av T. Van Renterghem (2019) sammanfattas forskning som visar att vid bullerexponering kan vegetation av god kvalitet bidra med minskade stressnivåer som därmed kan sänka den upplevda bullernivån. Artikeln redogör att vegetation som är synlig i närheten av arbetsplatser bidrar till bättre mående och högre produktivitet (Van Renterghem 2019).

I en studie gjord av T. Samara och T. Tsitsoni (2011) undersöks hur vegetation kan användas för att reducera buller för de A-vägda ljudnivåerna. Två områden med 150 m mellanrum studerades varav ett trädbestånd och en gräsyta. Mätningen gjordes från vägens kant och 60 m ut. Studien visade mer bullerreducering för området med trädbeståndet som gick från 79 dBA (vid vägens kant) till 55 dBA medan gräsytan gick från 78 dBA till 60 dBA. Trädbeståndet var dominerat av *Pinus brutia* (genomsnittlig höjd 8,7 m, kronhöjd 6,7 m och stamdiameter på 19 cm), generellt utan någon undervegetation. Fördelar med *Pinus brutia* är att det är en vintergrön art som absorberar ljudenergi året om. För ett bullerreducerande bestånd längs motorvägar rekommenderas buskar med en höjd på minst 2–3 m samt



träd med en sluthöjd på 15 m som även bör vara vintergröna. Buskaget bör placeras närmast motorvägen och därefter en linje av träd, totalt med en bredd på 20 m. För att skapa ett estetiskt tilltalande landskap kan lövträd adderas till beståndet som ger färg och artvariation (Samara & Tsitsoni 2011).

Gröna tak och takform

Förtätning är en strategi för hållbara städer, en negativ aspekt med detta är att andelen hårdgjorda ytor ökar och grönområden ersätts med bebyggelse vilket kan kompenseras med gröna tak. T. Delshammar och H. Fors (2010:26–27) skriver i en rapport om hur snabbare vattenavrinning, högre temperaturer och mindre avdunstning är några av de negativa följderna av hårdgjorda miljöer. Gröna tak bidrar med långsammare avrinning, ökad avdunstning, tidigare utnyttjade ytor blir då nyttjade på ett effektivt sätt (Delshammar & Fors 2010).

Utöver de positiva aspekterna med gröna tak som benämns ovan skriver Boverket (2019) om hur gröna tak har en bullerreducerande effekt, bidrar till biologisk mångfald, rekreativa värden, temperatursänkning och luftrening. Boverket skriver också hur en djupare växtbädd ger mer bullerreducering. Gröna tak kan utformas olika, exempelvis biotoptak med ängsväxter eller sedumtak av sedumväxter (Boverket 2019).

I en tidsskriftsartikel av T. Van Renterghem och D. Botteldooren (2009) redogörs att platta tak har generellt bättre bullerreducerande förmåga än vinklade (även kallade sadeltak). Vidare framgår att gröna tak ger bäst effekt mot buller när det anläggs på sadeltak, storleken på taket är viktigt för den bullerreducerande förmågan och kan uppnå samma bullerreducerande effekt som platta tak om det anläggs korrekt. Ett sedumtak med en tjocklek på 20 cm och med en vinkel på 30 grader ger en bullerreducerande effekt på 8 dBA jämfört med ett likadant tak utan vegetation. Enligt författarna fungerade bullerreduceringen av gröna tak bättre för lätta fordon än tunga. Gröna tak enligt artikeln, ger bäst effekt om det inte utsätts för direkt bullerexponering utan bör placeras längre in i området i slutna kvarter (Van Renterghem & Botteldooren 2009).

Takform är något som diskuteras i en handbok från Stockholms stad (2019:124–125), vid trånga gator med hus på båda sidor har takets form stor inverkan på ljudmiljön till bredvidliggande innergård. Platta tak ger en bättre bullerreducerande förmåga än sadeltak, dock har sadeltak en bättre bullerreducerande förmåga om vegetation läggs till. Utstickande skärnkrön kan adderas på takets toppkant för att skapa mer diffraktion (Stockholms stad 2019).

Gröna väggar

Gröna väggar, även kallade levande väggar enligt Boverket (2019) kan bidra med en hög artvariation då de kan anläggas med växter och klätterväxter, i kombination

med mineralull ger det även god bullerreducering. Boverket nämner att gröna väggar har andra positiva effekter som temperatursänkning.

Fördelar med gröna väggar är något som tas upp i en rapport av T. Delshammar och H. Fors (2010:27–29) i form av höga estetiska värden i stadsnära miljöer, fångar upp skadliga partiklar från trafiken, avdunstning av nederbörd, skyddar fasaden mot UV-strålar och temperatursänkning. I rapporten redogörs att gröna väggar har minimal effekt vad gäller bullerreducering, för en reduktion på 1–2 dBA krävs tät vegetation till en bredd på minst 100 m. Vidare framgår det att gröna väggar, även kallat visuellt bullerskydd, bidrar till att bullerexponeringen accepteras till en högre grad då den inte upplevs som lika störande (Delshammar & Fors 2010).

Skärmdämpning

SKL (2015:170) beskriver skärmdämpning som en metod när ljudet skärmas av mellan bullerkällan och det exponerade området med exempelvis bullervallar, bullerskärm eller bebyggelse. Det skärmande objektet behöver vara minst 2,5 meter högt beroende på placering samt vara intakt, små glipor i skärmen ger avsevärt sämre resultat.

SKL (2015:170) skriver vidare hur bullervallar i anslutning till vägar inte bara reducerar buller utan agerar effektiva urspårningsskydd vilket skapar en ökad trygghet, i kombination med vegetation så höjs även kvalitén för området. För att uppnå önskad höjd kan bullervallar kombineras med en mindre bullerskärm eller mur som är bullerreducerande. Ljud reflekteras därav bör murar och skärmar vara dubbelsidiga för att absorbera buller ytterligare. Vid placering av en skärm behöver hänsyn tas till vägens förhållanden, säkerhetsavstånd och underhåll vilket skapar dilemman då en skärm får bäst effekt om den placeras nära bullerkällan. Vibrationer hämmas inte av vanlig bullerskärm, dock kan så kallade slitsmurar fyllas med material och därmed dämpa vibrationerna från trafiken. Slitsmurar är kostsamma och det är svårt att i förhand beräkna hur mycket vibrationerna kommer dämpas (SKL 2015).

En skärm måste vara helt intakt och tät för att vara effektiv. Ljudabsorberande material så som mineralull (50mm), vitrumit, porös fiberbetong och viss vegetation reducerar bullernivån skriver SKL (2017:70–77). Skärmar, eller bullerskärm, kan utföras i olika material som trä, sten (så länge kärnan är tät), betong, tegel, glas (plexiglas), kravet är att skärmen måste vara tät så ljudet inte kan färdas igenom eller under. Bullerskärmar tillverkas ofta av träfiberbetong, granulerade gummidäck eller återvunnen plast som blandas med andra återvunna material som blir alltmer vanliga.

SKL (2017:70–77) skriver vidare hur bullervallar är effektiva och täta. Pga. dess utformning med slänter kräver det ofta stora markanspråk och hamnar därmed längre från bullerkällan, för att uppnå samma bullerreducering som en bullerskärm behöver vallen därmed göras avsevärt högre. Bullervallar kan göras lägre om de

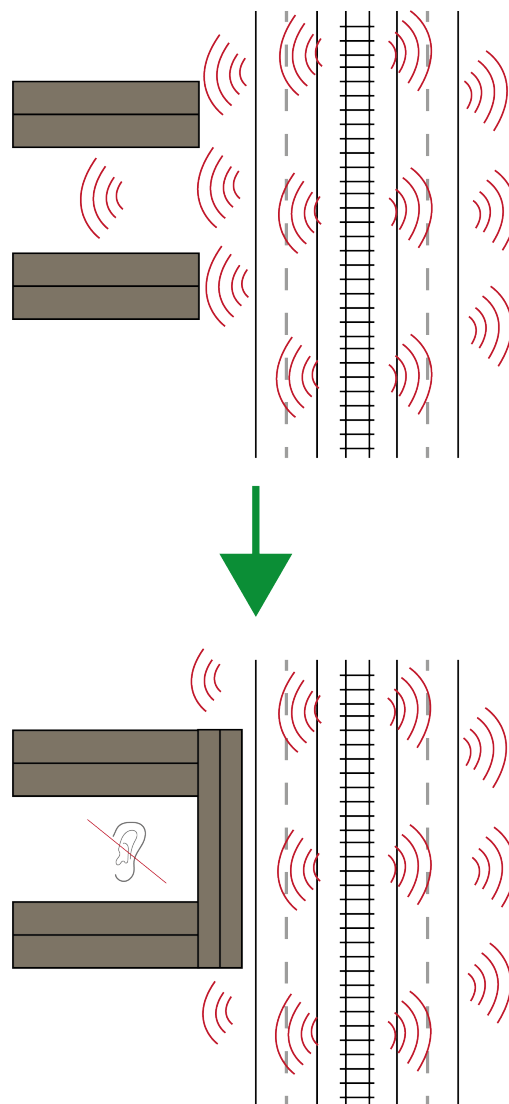
kompletteras med en skärm eller mur på krönet. För att inte utgöra en trafikfara bör vallen ha en lutning som inte är brantare än 1:2, även med hänsyn till skötsel.

Helhetsupplevelsen av närmiljön värderas utifrån summan av alla intryck, ett visuellt tilltalande bullerskydd anpassat efter den omgivande strukturen bidrar därmed till att den upplevda bullerexponeringen minskar (SKL 2017).

Bebyggelse

En annan metod för att bullerreducera enligt SKL (2015) är att använda sig av bebyggelse mellan bullerkällan och det bullerexponerade området. Det gäller främst verksamheter som kontor, garage och industri som inte är lika känsliga för buller som bostäder. Bostäder kan i vissa fall användas som bullerreducering om kök, badrum eller andra delar som inte är lika bullerkänsliga som sovrum eller vardagsrum placeras i närmast anslutning till bullerkällan (SKL 2015). SKL (2017:13) nämner byggnader som ett sätt att avskärma, reflektera och reducera utbredningen av buller. Därför är det viktigt vid planering av områden i nära anslutning till en bullerkälla att ta hänsyn till placering, utformning, takform, fönster och väggkonstruktion på byggnaderna. SKL (2017:29–32) anger förtätning som en åtgärd för att minska buller, att täppa igen utrymmen mellan husen med ny bebyggelse. Ett exempel från Göteborg tas upp där två hus var placerade med gavlarna mot väg och järnväg (figur 2) vilket gav en bullerexponerad bostadsgård, en ny byggnad tillkom parallellt med väg och järnväg som isolerade bostadsgården och ljudnivån minskade med 6–10 dBA.

Vid förtätning kan parkeringsplatser ersättas med parkeringshus som inte är känsliga för buller, dessa kan även fungera som bullerreducering för annan bebyggelse i närheten. En negativ aspekt med förtätning är att rekreativsmöjligheterna och platser för lek och skolgårdar blir färre och mindre, vilket gör det viktigt att platserna som återstår är invånarna tillfreds visuellt och ljudmässigt. Ljudnivån behöver inte alltid vara låg för att vara tillfredsställande, det handlar om att reducera oönskade ljud och förstärka önskade ljud (SKL 2015).



Figur 2. Illustration gjord av författaren på exempel hur förtätning kan reducera buller genom att isolera exponerade innergårdar med ny bebyggelse.

Boverket (2008) beskriver att vid höga bullernivåer krävs en sluten bebyggelse med en sida som är mycket bullerskyddad, faktorer som kan bidra är bebyggelsens höjd samt möjliggöra att ljudet reflekteras i en annan riktning.

Ljudmur

Svensk byggtjänst (2021) skriver om stadsparken Eneborgsplatsen i Helsingborg som hade problem med höga bullernivåer som nu har åtgärdats med tegelmurar. Eneborgsplatsen är en mindre stadspark i centrala Helsingborg vilket gjorde att bullerskärm inte var ett alternativ då det skulle kunna skapa otrygghet. Parken ligger precis bredvid en högt trafikerad väg vilket resulterade i en bullernivå på 60 dBA innan åtgärderna, med tegelmurarna på plats kunde en ljudnivå på 55 dBA konstateras.

Tegelmurarna, även kallad ljudmur, är en ny typ av bullerskydd enligt Svensk byggtjänst. Murarna är totalt 1 m höga och är uppbyggd med en tät skiva i mitten, sedan en luftspalt, därefter ett absorberande material (träullit), utanpå detta kommer tegelstenarna placerade för att skapa ihålligheter så att ljudet kan nå kärnan som absorberar bullret. Tegelsättningen är placerad för att rikta ljudvågorna åt olika håll vilket dämpar ljudet. Murarna är designade och färgsatta för att passa in i den omgivande miljön bestående av flerfamiljshus. Totalt har tre murar byggts där tegelstenarnas placering varierar. En tegelsättning har en våg-form så ljudvågorna reflekteras i olika riktningar, en där avståndet som stenarna sticker ut från muren varierar, en där stenarna sticker ut eller har dragits in ungefär 10 cm. Alla utföranden i tegelsättning har hålligheter så att ljudvågorna kan nå den absorberande kärnan. En mur är placerad i mitten av körbanorna på en bilväg som angränsar till parken, muren har en T-form med sedumplantering ovanpå som dämpar ljudet. Två murar är placerade vid parkens ytterkant.

0,5 m från muren mättes den mest effektiva reduceringen som var för tegelsättningen med våg-form, mätningen visade en reduktion på 12 dB och på 12 meters avstånd en reduktion på 7 dB, vilket motsvarar effekten som ett plank på 2 m kan ge (Svensk Byggtjänst 2021).

SKL (2017:77) skriver att betongmurar mellan körfält, även kallade ”betongsugor” är ett bra bullerreducerande element.

2.5. Vegetationens fördelar i boendemiljöer

2.5.1. Ekosystemtjänster

Vegetationens bidrag till bullerreducering är tvetydig då det är många faktorer som påverkar resultatet som exempelvis topografin, artsammansättning, beståndstruktur och markmaterial. Vegetation bidrar med många andra positiva aspekter som talar för att tillföra grönska i våra boendemiljöer vilket redogörs i en rapport av T. Delshammar och H. Fors (2010:4–6). Grönområden i bebyggda miljöer har stort värde för hälsan, biologiskt liv, klimatet, miljön och tekniska försörjningssystem som dagvattenhantering. Att använda sig av variationsrikedom vid planering av stadsnära miljöer bidrar till biologisk mångfald och attraktiva platser för människor. Hållbar stadsutveckling är något som diskuteras i texten, det handlar om att förtäta befintliga boendemiljöer vilket leder till att värdefull åkermark inte bebyggs och att ny bebyggelse kommer nära redan existerande service och kollektivtrafik. Hållbar stadsutveckling handlar också om att stadsnära miljöer skall kunna leverera ekosystemtjänster. Ekosystemtjänster delas in i fyra typer, dessa är *kulturella*, *försörjande*, *reglerande* och *stödjande* (Delshammar & Fors 2010). Naturskyddsföreningen (2018) förklarar ekosystemtjänster som det naturens ekosystem ger oss människor gratis. Ekosystem kan exempelvis vara en skog, ett korallrev, en myrstack, dvs ett område i naturen där biologiskt liv är viktiga. Att hugga ner skog, förstöra och bebygga värdefulla marker, utsläpp av föroreningar leder till ett förändrat klimat och sämre luft (Naturskyddsföreningen 2018).

Tabell 1. Exempel på Ekosystemtjänster. Tabell gjord av författaren, fritt ritad från (Naturskyddsföreningen 2018).

| Kulturella | Försörjande | Reglerande |
|-------------|--------------|------------------|
| Friluftsliv | Mat | Mindre koldioxid |
| Hälsa | Dricksvatten | Vattenrening |
| Ekoturism | Bränsle | Pollinering |

Stödjande ekosystemtjänster behövs för de övriga tjänsterna skall fungera som exempelvis fotosyntes, vattnets kretslopp och produktion av jordmån.

2.5.2. Vindskydd

I en rapport skriven av Statens väg och transportforskningsinstitut (VTI) (2015) redogörs att vegetation kan agera skydd vid vindutsatta lägen. Vind som färdas genom vegetation träffar gren- och bladverk vilket leder till att luften ändrar riktning och svänger för att ta sig fram och igenom vilket minskar vindhastigheten.

Val av vegetation påverkar hur effektivt vindskyddet blir, barrväxter släpper igenom mer vind än lövfällande växter då bladen fångar upp vinden bättre (VTI 2015).

2.6. Typutformning för byggnationer och installationer

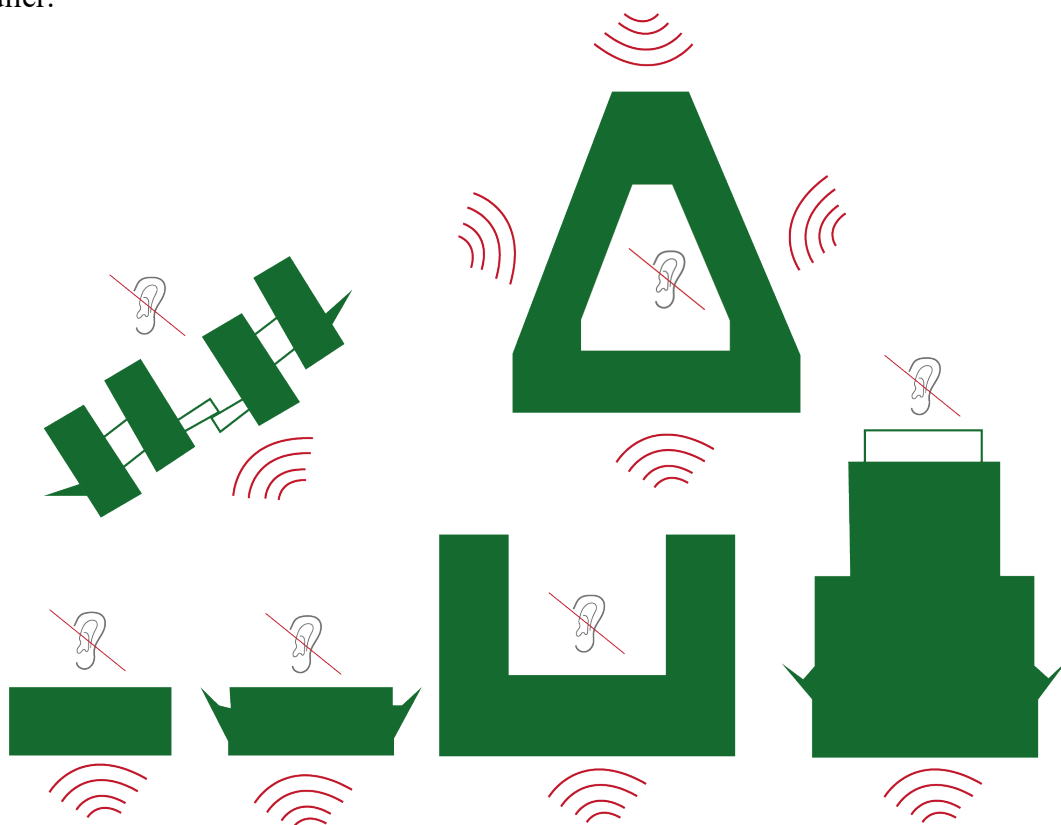
Tabell 2. Tabell gjord av författaren över riktvärden för ljudnivåer, fritt ritad från Boverkets allmänna råd 2008:1, Boverket (2008:9–12).

| | |
|------------------------------|---|
| 30 dBA Dygnsekvivalent | Inomhus |
| 45 dBA Maximalnivå | Inomhus på natten (06–22) får överskridas max 5 ggr med högst 10 dBA |
| 55 dBA Dygnsekvivalent | Utomhus vid fasad |
| 70 dBA Maximalnivå | Uteplats |
| <45 dBA Dygnsekvivalent | Tyst sida med maximalnivå 70 dBA för tyst sida |
| 45–50 dBA Dygnsekvivalent | Ljuddämpad sida med maximalnivå 70 dBA för ljuddämpad sida |

Boverket utgav en publikation (2008:66–88) i syfte att inspirera handläggare och beslutsfattare till att uppnå samhällets långsiktiga mål för goda boendemiljöer. Syftet är vidare att minimera skadlig bullerexponering samt att förstå hur bebyggelsens utformning påverkar ljudmiljön. Dokumentet innehåller exempel från verkliga och fiktiva projekt med både bra och mindre bra förslag till bullerreducering. I exemplen har Boverket utformat olika kategorier för bostäder (grön, gul och röd) beroende på bullersituation där det resoneras kring om/hur avsteg från riktvärden för ljudnivåer (tabell 2) kan övervägas.

Kategorierna är utformade enligt nedan:

Grön – Goda exempel på utformning av bebyggelse anpassad efter befintlig bullersituation där förutsättningarna för den generella ljudmiljön är god. Balkonger och uteplatser vetter mot innergård. Byggnader exponeras för en typ av bullerkälla, väg- eller spårtrafik. Bebyggelsen är utformad för att minska exponering för bakomliggande bostäder eller områden. Vinklade burspråk bidrar med minskat buller.



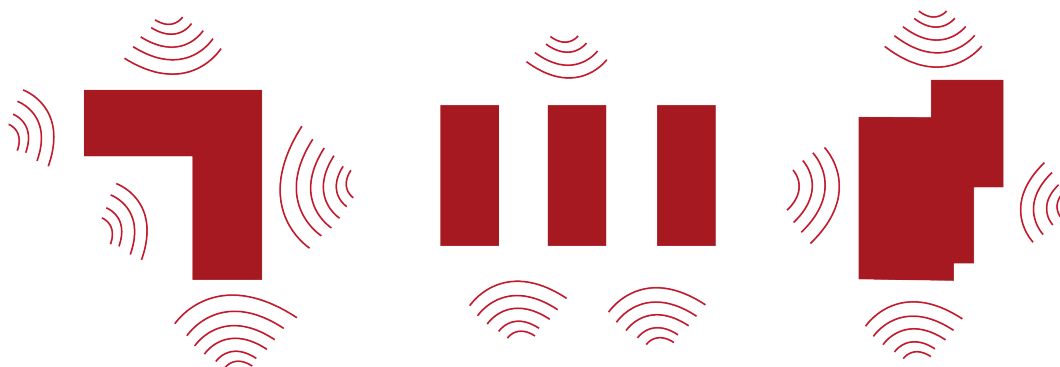
Figur 3. Illustration gjord av författaren inspirerad av Boverket (2008). Exempelen visar utformningar för bebyggelse som ger förutsättningar till goda boendemiljöer.

Gul – Acceptabla exempel på utformning av bebyggelse med bullerexponering från olika håll där ljudmiljön är acceptabel under vissa förutsättningar. Bebyggelsen utsätts för buller från flera håll och hade kunnat utformas på ett annat sätt för att minska buller ytterligare.



Figur 4. Illustration gjord av författaren inspirerad av Boverket (2008). Exempelen visar utformningar för bebyggelse som är acceptabel under vissa förutsättningar.

Röd – Exempel som avråds där bebyggelsens utformning inte skapar förutsättningar för att uppnå en god ljudmiljö. Bebyggelsen utsätts för flera bullerkällor från olika håll, balkonger vetter mot bullerexponerade sidor samt att tyst eller luddämpad sida inte uppnås. Bebyggelsens utformning är inte anpassad utefter befintlig bullersituation.



Figur 5. Illustration gjord av författaren inspirerad av Boverket (2008). Exempelen visar utformningar för bebyggelse som avråds.

2.7. Sammanfattning bullerreducerande åtgärder

De bullerreducerande åtgärderna i punktform är generella och inte platsbundna.

Principiellt bör bullerreducerande åtgärder användas/utformas enligt följande rekommendationer baserade på litteraturstudien:

Emissionsbegränsande åtgärder

Hastighet

- Så låg hastighet som möjligt, inte mer än 30 km/h.

Lutning

- Vägbanan skall vara horisontell.

Korsningar

- Undvika korsningar vid planering av vägstruktur.

Beläggning och däck

- Beläggning bör vara av jämn dränasfalt.

Immissionsbegränsande åtgärder

Avstånd

- Inte ha bullerreducerande åtgärder för långt från vägen då ljudet får större möjlighet att breda ut sig.

Markdämpning

- Mjuk mark (planteringar, skog, gräs) i så stor utsträckning som möjligt.
- Parkeringsplatser skall ha dränasfalt.

Vegetation

- Vegetation av god kvalité för att bidra med minskade stressnivåer som därmed sänker den upplevda bullernivån
- Ett bestånd bör placeras nära källan med en bredd på 20 m med buskar på en höjd på minst 2–3 m samt träd med en sluthöjd på 15 m som även bör vara vintergröna.
- Lövträd bidrar med färg och artvariation.

Gröna tak och takform

- Sadeltak (med 30 graders vinkel) med sedumväxter till en tjocklek på 20 cm.

- Utstickande skärmkrön på takets toppkant.

Gröna väggar

- 100 m brett bestånd med tät vegetation.
- Bidrar med estetiska värden som leder till att bullerexponeringen kan accepteras till en högre grad.

Skärmdämpning

- Skärmdämpande metoder bör placeras så nära bullerkällan som möjligt (alternativt nära det exponerade området) och behöver vara minst 2,5 m högt och intakt, inga glipor mot mark.
- Bullerskärm i anslutning till vägar kan agera urspårningsskydd.
- Ljudabsorberande material på skärmar dämpar buller som exempelvis 50 mm mineralull, vitrumit, porös fiberbetong och viss vegetation.
- Skärmar kan vara av olika material som trä, sten (så länge kärnan är tät), betong, tegel eller glas (plexiglas) vanligt att de tillverkas av träfiberbetong, granulerade gummidäck eller återvunnen plast som blandas med andra återvunna material.
- Slänterna med en lutning på max 1:2 kräver stora ytor vilket medför att bullervallar ofta hamnar längre ifrån bullerkällan än bullerskärmar.
- Bullervall kan kombineras med mur eller plank.
- Skärmdämpande metoder i kombination med vegetation höjer de estetiska värdena för platsen.
- En visuellt tilltalande bullerskärm minskar den upplevda bullerexponeringen.

Bebyggelse

- Bebyggelse kan reducera buller genom att reflektera ljudet, det gäller främst verksamheter, parkeringshus, kontor, garage och industri som inte är lika känsliga för buller som bostäder.
- Viktigt att ta hänsyn till placeringen och utformning av dessa för bästa bullerreducering.
- Förtätning är en strategi för att minska buller.
- Bebyggelsen ska vara sluten och hög.

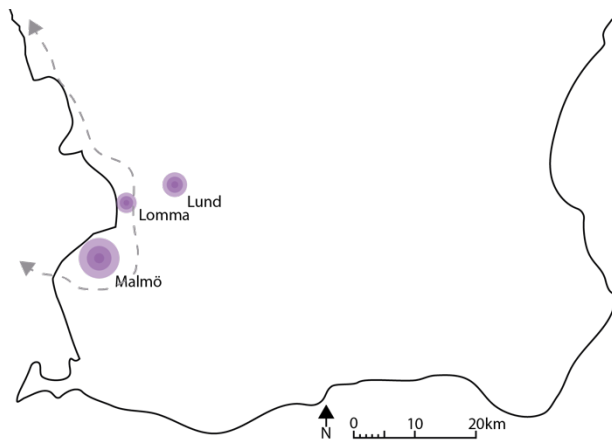
Ljudmur

- Betongmur mellan körfält, om möjligt en T-form med sedumväxter ovanpå.
- Betongmurar med absorberande kärna och tegelsättning som är placerad för att studsas ljudet åt olika håll.

3. Fallstudie

3.1. Lomma kommun

Lomma är en kustkommun i västra Skåne. Lomma kommun har totalt 24 876 invånare årsskiftet 2020/2021 enligt Statistiska centralbyrån (SCB 2021). På Lomma kommuns hemsida (2021a) framgår det att kommunen består av tre tätorter varav en är Lomma med ca 13 500 invånare, Bjärred med ca 9 900 invånare och Flädie med ca 300 invånare, ytterligare 1 100 invånare bor i någon av de mindre byarna. Lomma kommun har en befolkningsprognos som uppgår till 28 020 invånare år 2030.



Figur 6. Illustration gjord av författaren utefter bakgrundskarta från © Lantmäteriet. Visar Lommas position i Skåne i förhållande till Lund och Malmö. E6 är utritad, fortsätter till Danmark och norrut i Sverige.

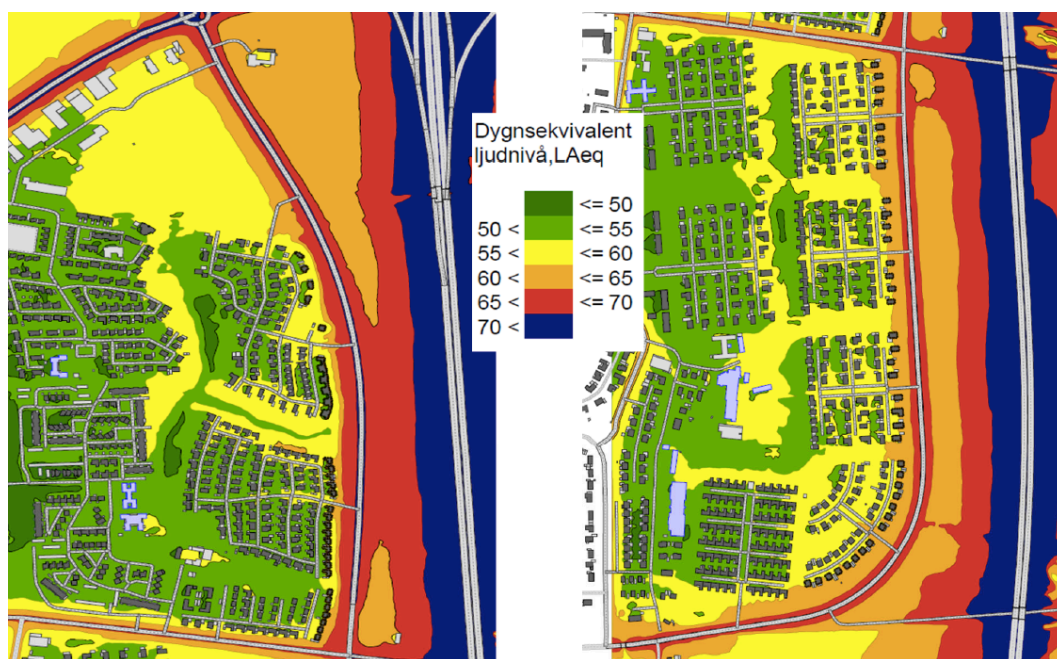
Lomma kommun (2021a) har en fördelaktig placering med möjlighet till snabba transporter till Lund och Malmö, både med bil och med buss. Lommabanan som öppnade för persontrafik i december 2020 gör det även möjligt att pendla med tåg till Malmö på 7 minuter.

Inom kommunen är bostadsbyggandet mycket omfattande och innefattar småhus och flerfamiljshus med olika upplåtelseformer. 2019 var fördelningen av bostäder 60 % småhus med äganderätt, 31 % är bostadsrätter i form av lägenheter samt att resterande 9 % är hyresrätter, totalt uppgår det till 9 900 bostäder. Utifrån kommunens utbyggnadsprogram förväntas det tillkomma 730 bostäder varav 515 i Lomma och 220 i Bjärred mellan år 2020–2025.

Arbetsmarknaden inom Lomma kommun (2021a) omfattar ungefär 6000 arbetstillfällen då det är stor utpendling av arbetskraft, nästan fyra av fem kommuninvånare pendlar ut från kommunen för arbete, då främst i Lund och Malmö. Jordbruksnäringen är stor inom kommunen, den omfattar 3000 hektar och kan karaktäriseras som en jordbruksbygd (Lomma kommun 2021a). Med förväntad befolkningstillväxt, nya bostäder och mycket utpendling av arbetskraft är således bullerfrågan viktig för kommunen.

E6 som sträcker sig från Kirkenes i Norge till Trelleborg i södra Skåne passerar Lomma, sträckan delas även med E20 fram till Göteborg. Enligt data från Trafikverket (2021b) passerar ett årsgenomsnitt på 26 000 bilar per dygn Lomma via E6:an.

3.1.1. Bullerproblematik



Figur 7. Delområde 1 tv, delområde 2 th, bullerutredning baserat på trafikdata år 2038, gjort av Cowi 2019-11-04 på uppdrag av Lomma kommun. Hela dokumentet finns även som bilaga 1.

I bilaga 1 (bild från bilagan i figur 7 ovan) framgår bullerutredning från E6 i Lomma kommun som är relevanta för detta avsnitt. Vad som kan utläsas av materialet är att byggnaderna närmast Malmövägen utsätts för höga bullernivåer som uppgår till 60–65 dBA, många andra utsätts för bullernivåer mellan 55–60 dBA.

Enligt PM från Samhällsbyggnadsförvaltningen i Lomma kommun (2020) (bilaga 2) så strävar dem efter att följa Naturvårdsverket rekommendationer på 55 dBA L_{eq24h} vid bostadens fasad. Bulleranalys tillhandahållen från Lomma kommun visar att bullernivåerna närmast Malmövägen uppgår till cirka 62–65 dBA vilket överstiger den rekommenderade bullernivån för kommunen (Lomma kommun 2020).

På Lomma kommuns hemsida (2021b) beskriver de situationen med bullerproblematiken. Trafikverket utreder en möjlig breddning av E6 längs delområde 1 och 2, från tvåfilig till trefilig motorväg. Trafikverket utreder även bullerreducerande åtgärder i samband med projektet. Om utredningen visar att projektet går att genomföra tas en vägplan fram och bygget kan börja om tidigast 3–4 år. Beskedet skulle komma mars 2021 men har blivit fördröjt.

Under 2020 utreddes frågan om att på kort tid anlägga en bullervall med jordmassor från Trafikverkets järnvägsprojekt i Flackarp/Arlöv längs den aktuella delområde 2 som ägs av kommunen, tillstånd som krävdes för att anlägga vällen har inte erhållits och kunde därför inte genomföras. Marken vid delområde 1 var inte en del av det tilltänkta projektet då den ägs av en privatperson. För bästa bullerreducering behöver skärmen, i det här fallet en bullervall, placeras nära bullerkällan så ljudet reflekteras så tidigt som möjligt åt ett annat håll. På grund av befintliga kraftledningarna som löper parallellt med E6 (som kräver ett säkerhetsavstånd på 30 m på vardera sida) skulle bullervallen hamna längre ifrån vägen vilket skulle resultera i låg bullerreducerande effekt. För att uppnå önskvärd effekt skulle bullervallen behöva göras större vilket resulterar i stora markanspråk och att andra intressen påverkas som arkeologi, grundvatten, föroreningsgrad och kulturmiljö. Av dessa anledningar har bullervallen ifrågasatts och därmed har andra lösningar för bullerreducering efterfrågats vilket betyder att jordmassorna inte kan användas inom tidsramen för järnvägsprojektet.

Andra åtgärder som utreds i dagsläget av Samhällsbyggnadsförvaltningen i kommunen är bullerreducering med hjälp av bebyggelse. De parametrar som undersöks är vilka höjder och volymer som krävs, visuella uttryck, grönska mm. Det nya området som beskrivs som ett verksamhetsområde, kräver detaljplaneläggning vilket är en lagstyrd process och de första byggnaderna kan därmed vara på plats om tidigast 5 år, hela området förväntas vara klart om tidigast 10–15 år. Ett krav för projektet är att det inte bara ska agera bullerskydd åt bebyggelsen väster om Malmövägen, utan bullernivåerna skall vara godkända inom det nya området vilket kräver väl utförd planering (Lomma kommun 2021b).

3.2. Arbetsområde för bullerreducerande åtgärder

3.2.1. Platsinformation



Figur 8. Gjord av författaren med bakgrund Ortofoto 0,25 m © Lantmäteriet. Karta över Lomma som visar delområden och arbetsområde för principskiss.

Arbetsområdet som är utvalt för kommande analys och principskiss är beläget i södra delen av delområde 2 med E6:an i öst och Malmövägen och befintliga bostäder i väst.



Figur 9. Bilder tagna av författaren 17-05-2021 som visar platsen som berörs i kommande avsnitt analys och principskiss. Översta bilden visar hela arbetsområdet.

Arbetsområdet som berörs i följande analys och principskiss är idag en bevuxen grönyta och benämns i översiktsplanen som grönstruktur.

3.2.2. Analys



Figur 10. Illustration gjord av författaren. Analys som visar arbetsområdet och vilka delar (orange) som behöver vara intakta och utan glipor i största möjliga mån för att hindra att buller från E6 tar sig in och vidare till befintliga bostäder. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet.

De bullerreducerande åtgärder som är relevanta för arbetsområdet är främst de immissionsbegränsande. De emissionsbegränsande åtgärderna går inte att använda i detta fall då det är faktorer som inte kan påverkas då det gäller en befintlig väg (E6). Viktigt i det här fallet är att skärma av ljudvågorna från E6 och hindra att de tar sig till de befintliga bostäderna. Således behöver ytterkanterna i arbetsområdet vara intakta (orange markering), sammanhängande och utan glipor i riktning mot bullerkällan för önskad reduktion. Åtgärderna som tas in i arbetsområdet är *markdämpning, vegetation, gröna tak och takform, gröna väggar, skärmdämpning, bebyggelse* och *ljudmur*.

Kraftledningen medför att åtgärden *avstånd* inte kan uppfyllas då de bullerreducerande åtgärderna behöver placeras totalt 60 m från bullerkällan.

Förhoppningar med principskissen är att minska bullerexponeringen för befintliga bostäder närmast Malmövägen som utsätts för 60–65 dBA och andra bostäder längre in som utsätts för 55–60 dBA, målet är att nivåerna inte skall sträcka sig över 55 dBA.

Publikationen av Boverket (2008) som tas upp i kapitel 2.6 (typutformning för byggnationer och installationer) innehåller exempel från verkliga och fiktiva projekt med både bra och mindre bra förslag vad gäller bebyggelseutformning beroende på bullersituation. Typutformningarna med *gröna* exempel som Boverket tagit fram är för bostäder men används för inspiration till framtagna principskiss som gäller kontorsbyggnader, parkeringshus och verksamheter.

3.2.3. Principskiss



Figur 11. Principskiss av författaren. Bullerreducerande åtgärder applicerade i Lomma kommun i arbetsområdet inom delområde 2 längs E6. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet.

Principskissen är utformad för att reducera buller nära källan (motorvägen) samt nära det bullerexponerade befintliga bostäderna. Principen bygger på att skärma av ljudvågorna från bullerkällan genom immissionsbegränsande åtgärder. För effektiv bullerreducering skall de skärmande objekten inte ha glipor samt vara tätt, därför är arbetsområdet med största möjliga mån planerat utan glipor i riktning mot bullerkällan.

Delen som vetter mot motorvägen är särskilt bullerskyddad med buskage närmast motorvägen följt av en tät trädrad av vintergröna och lövfällande växter. Trädraden kompletteras av bullervall och bullerskärm, därefter kommer den höga bebyggelsen. Samtliga byggnader har sadeltak med sedumväxter och lutning på 30 grader samt att taknocken har ett utstickande skärmkrön. Bebyggelsen skall vara hög, därför rekommenderas ett våningsantal av minst 3 våningar. Inom arbetsområdet förväntas ljudnivåerna uppfylla Lomma kommuns krav på max 55 dBA utomhus vid bostadens fasad som inte vetter mot motorvägen, likaså den befintliga bebyggelsen på västra sidan om Malmövägen. Utformningen har fokus på att skapa ett intressant och tilltalande inslag längs motorvägen och inte agera barriär.



Figur 12. Illustration/perspektiv gjord av författaren över arbetsområdet sett från bullervall, se exakt placering i figur 11.



Figur 13. Illustration gjord av författaren som konceptuellt visar utbredningen av buller från E6 och Malmövägen innan åtgärder. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet.



Figur 14. Illustration gjord av författaren som konceptuellt visar utbredningen av buller från E6 och Malmövägen efter applicerade bullerreducerande åtgärder. Buller för befintliga bostäder kommer minskas och förhoppning är att uppnå tyst/ljuddämpad sida. Bakgrundskarta Ortofoto 0,25 m samt Terrängkarta från © Lantmäteriet.

4. Avslutande diskussion

Efter litteraturstudier står det klart att buller har stor påverkan på oss människor, vilket tyder på att vid planering av våra framtida hållbara städer måste ha stort fokus på bullerfrågan. SOU (2017) poängterar vikten i bullerreducerande boende- och närmiljöer för alla, oavsett socioekonomisk grupp. För en jämlik hälsa skall alla ges förutsättningar att bosätta sig i områden med goda ljudnivåer. Kopplingar kan göras till Boverket (2008) som benämner stress och otrygghet som två aspekter som bidrar till att buller upplevs som mer störande, således förstärks argumentet för att skapa goda boendemiljöer.

Principskiss visar hur mindre bullerkänsliga byggnader som kontor, parkeringshus och verksamheter tillsammans med bullerreducerande åtgärder som bullervall, bullerskärm, gröna tak och gröna väggar kan placeras i nära anslutning till bullerkällan och nära det bullerexponerade området som bidrar till lägre ljudnivå för befintliga bostäder. Samtliga byggnader i principskissen har gröna sadelformade sedumtak med skärm. Enligt T. Van Renterghem och D. Botteldooren (2009) har gröna tak bäst effekt när det inte exponeras för direkt buller, men taken på byggnaderna närmast motorvägen är gröna för att passa in med omgivande strukturer.

Utfallet av principskissen är, som tidigare nämnt i 3.2.3. skapade för att ge intressanta inslag i miljön och inte agera barriär, därav har mjukare inslag adderats som växtbeklädd bullervall, vegetation, gröna tak mm. Bebyggelsestrukturen har inspirerats från **gröna** exempel enligt Boverket (2008) som är väl anpassade efter given bullernivå. Vad som är tydligt i dessa exempel är att sidan som vetter mot bullerkällan behöver vara bred och intakt, långsida mot källan ger bäst bullerreducerande effekt. Således kan slutsatsen vara att en sammanhängd hög byggnad kunnat placerats för att stänga ute buller, detta hade dock inte bidragit med visuellt tillfredsställande egenskaper som Lomma kommun efterlyser.

Kraftledningen medför att bullerreducerande åtgärder inte kan placeras i direkt anslutning vilket medför att den bullerdämpande effekten inte blir lika hög, om det i framtiden blir aktuellt att flytta kraftledningen kan åtgärder göras närmare motorvägen för att skapa ännu bättre förutsättningar. Principskissen visar cirka 20% av hela delområde 2, för effektiv bullerreducering för befintliga bostäder behöver därför området utvecklas längs hela sträckan.

Området har fokus på vegetation för att passa in med omgivande landskap och minska känslan av barriär. Vegetation skärmar av och bidrar med estetiska värden vilket leder till att bullerexponeringen upplevs som mindre störande. T. Van Renterghem (2019) skriver om vegetationens inverkan på människors mående, att det bidrar till minskade stressnivåer, speciellt i anslutning till kontorsbyggnader, vilket talar för områdets fokus på vegetation.

Då buller är psykologiskt påfrestande bidrar vegetation att störningen inte upplevs som lika störande. Vegetation bidrar därmed till en relevant del i att maskera bullerexponering i stadsnära miljöer. Vegetation har andra viktiga fördelar vad gäller ekosystemtjänster som luftrening, mat till insekter och djur, fotosyntes, temperatursänkning i våra annars varma städer. Vegetation som bullerreducering har enligt litteraturstudien olika inverkan på ljudmiljön. Enligt SKL (2015) kan vegetation ge en bullerreducering på 1–2 dB medan i studien av T. Samara och T. Tsitsoni (2011) ger exempel där ett trädbestånd visar en bullerreducering på 24 dBA och en gräsyta visade en reducering på 18 dBA. Orsaken till de olika resultaten kan vara att det sistnämnda exemplet inte räknat in den reduceringen som avstånd- och markdämpning bidrar med. Bullerreducering är relativt svårt att beräkna i förhand då ljudvågor från buller sprids halvcylindriskt. Det är många parametrar som spelar in i resultatet som Trafikverket (2020b) tar upp, exempelvis vindriktningen, temperatur och topografi. För att jämföra en bullerreducerande åtgärd med en annan behöver det därmed genomföras på en plats där förutsättningarna är likadana.

En annan infallsvinkel på vegetation som bullerreducerande åtgärd är då ljud färdas med vind som Trafikverket (2020b) tar upp, så kan vegetation agera vindskydd enligt VTI (2015) och därmed kan även buller minskas. VTI (2015) tar också upp att lövfällande växter agerar bättre vindskydd än barrväxter vilket kan jämföras med att T. Samara och T. Tsitsoni (2011) menar att *Pinus brutia* (en barrväxt) ger en bättre bullerreducerande förmåga kan således slutsatsen dras att en kombination av barr- och lövfällande växter är optimalt för att hindra att vind som transporterar ljud och buller färdas igenom vegetationen.

En intressant aspekt är hur buller kan uppfattas mer störande om det kombineras med andra faktorer såsom vibrationer vilket redogörs av E. Öhrström och A. Skånberg (2006:24–30). De skriver även att det är relevant att mäta buller och vibration tillsammans för att förstå den totala upplevda störningen. Detta är ytterligare ett exempel på hur viktigt det är att räkna in alla parametrar som påverkar boendemiljön och att riktvärden kanske bör utvecklas för att ta hänsyn till fler aspekter än enbart ljudnivån.

4.1. Metoddiskussion

För att besvara frågeställningen valdes litteraturstudie som gav en fördjupad kunskap i trafikbuller, dess inverkan på människor och vilka metoder som finns för att reducera buller. Litteraturstudien lade en grund till bullerreducerande åtgärder som tillämpades via en fallstudie i form av principskiss. De valda metoderna gjorde det möjligt att använda sig av resultaten från litteraturstudien och testa hur de fungerade i en verklig miljö. Metoderna anses därför uppfylla de mål som ställdes i början av uppsatsen.

En del av den inhämtade litteraturen baseras på myndigheter (Boverket, Folkhälsomyndigheten, Trafikverket och SKL) som inte alltid uppger källa vilket således gör dessa något mindre trovärdiga då vetenskapen om de är vetenskapligt grundade inte helt fastställs. Aspekter som kunnat bidra med tydligare resultat är fördjupade litteraturstudier för att förstå de bullerreducerande metoderna ytterligare. Fortsatta litteraturstudie hade bidragit till utförligare bullerreducerande åtgärder vilket kunnat resultera i tydligare principskiss. Litteraturstudie över bullerreducerande växtmaterial hade kunnat vara underlag för en växtlista som kan bifogas tillsammans med bullerreducerande åtgärder. Undersöka planeringsdokument från platser med liknande förutsättningar hade kunnat bidra med fler infallsvinklar i uppsatsen.

Utfallet av principskissen hade blivit annorlunda om åtgärder hade kunnat göras i direkt anslutning till bullerkällan alternativt närmre den exponerade bebyggelsen på andra sidan Malmövägen. Utifrån de förutsättningar platsen har idag så kommer inte optimal bullerreducering kunna uppnås, men utformningen uppfyller de bullerreducerande åtgärder som tagits fram i analysen 3.2.2.

4.2. Slutsats

Då buller är en av de största miljöstörningarna i Sverige är det viktigt att sträva efter att reducera störningen direkt hos källan, dvs emissionsbegränsande åtgärder genom att utveckla däck som avger liten friktion, tysta motorer, tåliga och tysta beläggningar. Dessa åtgärder är relevanta för att bidra med en generell bullerminskning i hela landet dygnet runt. Om höga bullernivåer inte går att minskas vid källan bör immissionsbegränsande åtgärder göras i nära anslutning till bullerkällan alternativt nära det bullerexponerade området för bästa effekt. Bebyggelse bör placeras för att göra det möjligt för tyst eller ljuddämpad sida.

Vid bedömning av bullernivåer behöver många parametrar räknas in såsom vind, vibrationer, topografi, ljud från flera håll och om det är från fler än en bullerkälla. Mätningar över tid behöver göras för exakta beräkningar då accepterade ljudnivåer är olika beroende på natt eller dag.

Vegetationens inverkan på bullernivån är tvetydig enligt litteraturstudien, men något som är tydligt är dess positiva inverkan som ekosystemtjänster, mående, stressnivåer, koncentrationsförmåga och högre produktivitet. Därför bör vegetation av god kvalité vara ett fokus vid stadsplanering.

Rekommendationer för att planera framtidens hållbara städer är att tidigt i planeringsprocessen beakta bullerfrågan och prioritera för lösningar som ger goda ljudmiljöer. Analysera platsens funktioner och skapa möjligheter för önskade ljud och eliminera oönskade ljud. Landskapsarkitekter behöver ta till sig kunskapen om de olika bullerreducerande åtgärder som finns att tillgå som sällan diskuteras under studietiden, vikten att goda ljudmiljöer måste belysas. Oönskade ljud måste till högsta grad reduceras för att möjliggöra att önskvärda ljud som fågelkvitter inte maskeras. Att skapa visuellt tilltalande bullerreducerande miljöer ökar trivselen och hela upplevelsen av bullerexponeringen blir mer acceptabel. Helhetsupplevelsen av närmiljön värderas utifrån summan av alla intryck, alla sinnen skall vara tillfreds, genom att förstå ljudets inverkan på platsen kan landskapsarkitekter skapa goda boendemiljöer.

4.3. Vidare forskning

Som vidare forskning föreslås att testa framtagna bullerreducerande åtgärder och principskiss i verkligheten för att mäta hur stor reduktion det bidrar till. Tydligare undersökningar behöver göras för att få optimal bullerreduktion inom arbetsområdet som berörs i principskissen, exempelvis hur höga byggnaderna behöver vara samt höjd för bullervallar och bullerskärmar.

Växtlista över bullerreducerande växtmaterial bör tas fram för att göra det enkelt att välja rätt växter nära bullerexponerade områden. Önskvärt är att ta fram ett utförligt ramverk eller principer för planerare och landskapsarkitekter att ha som underlag vid planering av bullerexponerade boendemiljöer för att göra det enkelt att planera för framtidens hållbara städer.

5. Referenser

- Arbetsmiljöverket (2002). *Buller och bullerbekämpning*. (Hellberg, A., red.) 4. uppl. Solna: Arbetsmiljöverket.
- Boverket (2008). *Buller i planeringen: planera för bostäder i områden utsatta för buller från väg- och spårtrafik*. 1. uppl. Karlskrona: Boverket.
- Boverket (2019). *Öka den ekologiskt aktiva gröna ytan - Gröna tak och väggar*. Boverket. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/grona/> [2021-05-11]
- Cai, Y., Ramakrishnan, R. & Rahimi, K. (2021). Long-term exposure to traffic noise and mortality: A systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence between 2000 and 2020. *Environmental Pollution*, 269, 11. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116222> [2021-04-07]
- Delshammar, T. & Fors, H. (2010). *Gröna och blå strukturer för en hållbar stadsutveckling*. (2010:1). Alnarp: Område landskapsutveckling, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://pub.epsilon.slu.se/4959/> [2021-05-11]
- Folkhälsomyndigheten (2019). Om ljud och buller. Folkhälsomyndigheten. <http://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/o/om-ljud-och-buller-/> [2021-04-07]
- Folkhälsomyndigheten (2021). *Miljöhälsorapport 2021*. (20010). Folkhälsomyndigheten. <http://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/m/miljohalsorapport-2021/> [2021-04-08]
- Lomma kommun (2021b). *Bullerdämpande åtgärder längs E6 - Lomma kommun*. [text]. <https://lomma.se/bygga-bo-och-miljo/byggprojekt/lomma/bullerdampande-atgarder-langs-e6.html> [2021-04-27]
- Lomma kommun (2021a). *Kommunfakta - Lomma kommun. Kommunfakta*. [text]. <https://lomma.se/kommun-och-politik/kommunfakta.html#h-Befolkning> [2021-04-26]
- Naturskyddsföreningen (2018). *Faktablad: Ekosystemtjänster*. Naturskyddsföreningen. [Faktablad]. <https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/naturnytta/faktablad-ekosystemtjanster> [2021-05-11]
- Samara, T. & Tsoni, T. (2011). The effects of vegetation on reducing traffic noise from a city ring road. *Noise Control Engineering Journal*, 59 (1), 68–74. <https://doi.org/10.3397/1.3528970> [2021-04-26]

- SCB (2021). *Kommuner i siffror. Kommuner i siffror*.
<https://kommunsiffror.scb.se/?id1=1262&id2=null> [2021-04-26]
- SKL (2015). *Trafik för en attraktiv stad – underlag till handbok*.
<https://skr.se/skr/tjanster/rapporterochskrifter/publikationer/trafikforenattraktivstadhandbok.28793.html> [2021-04-15]
- SKL (2017). *Skapa goda ljudmiljöer: handbok i trafikbullerskydd*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.
<https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/buller/Skapa-goda-ljudmiljoer.pdf> [2021-05-05]
- Socialstyrelsen (2009). *Miljöhälsorapport 2009*. (2009-126–70). Stockholm: Socialstyrelsen.
<https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/9ae8f10a3a544fcd857c84a803602ee9/miljohalsorapport-2009.pdf> [2021-03-30]
- SOU (2017). *Nästa steg på vägen mot en mer jämlik hälsa: förslag för ett långsiktigt arbete för en god och jämlik hälsa: slutbetänkande*. Stockholm: Wolters Kluwer. (Statens offentliga utredningar; 2017:47)
- Stockholms stad (2019). *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö*. Stockholm.
<https://tillstand.stockholm/globalassets/foretag-och-organisationer/tillstand-och-regler/tillstand-regler-och-tillsyn/lokal-och-fastigheter/handboker-och-riktlinjer-vid-byggnation-i-stockholm/grona-losningar-for-en-battare-ljudmiljo.pdf> [2021-05-13]
- Svensk Byggtjänst (2011). *Så minskar du bullerstörningar*.
<https://omvarldsbevakning.byggtjanst.se/artiklar/2011/november/sa-minskar-du-bullerstorningar/> [2021-04-28]
- Svensk Byggtjänst (2021). *Murar minskade bullret mer än förväntat*.
<https://omvarldsbevakning.byggtjanst.se/artiklar/2021/april/murar-minskade-bullret-mer-an-forvantat/> [2021-04-28]
- Trafikverket (2021a). *Buller och vibrationer*. Trafikverket. [text].
<https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Miljo-och-halsa/Buller-och-vibrationer/> [2021-04-07]
- Trafikverket (2020b). *Fakta om buller och vibrationer*. Trafikverket. [text].
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/> [2021-05-13]
- Trafikverket (2020a). *Mått för ljudnivåer*. [text]. <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/matt-for-ljudnivaer/> [2021-04-07]
- Trafikverket (2021b). *NVDB på webb. NVDP på webb*. [Interaktiv karta].
<https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> [2021-05-07]
- Van Renterghem, T. (2019). Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 133–144. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.007> [2021-05-20]

- Van Renterghem, T. & Botteldooren, D. (2009). Reducing the acoustical façade load from road traffic with green roofs. *Building and Environment*, 44 (5), 1081–1087. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.07.013> [2021-05-12]
- VTI (2015). *Vegetationens inverkan på luftmiljön*. (876). Linköping: VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut. <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:885285/FULLTEXT01.pdf>
- WHO (2018). *Environmental noise guidelines for the European Region*. World Health Organization. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018> [2021-04-14]
- Öhrström, E. & Skånberg, A. (2006). *Litteraturstudie avseende effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik*. (112). Göteborg: Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet.

Figur referens

Figur 7. Bullerutredning gjort av Cowi 2019-11-04 på uppdrag av Lomma kommun. [Opublicerat material]. Godkännande att använda material av Helena Sääf på Lomma kommun (samhällsbyggnadsförvaltningen) har mottagits via mejl 2021-04-26. Bifogad bullerutredning som bilaga 1.

Bilaga referens

Bilaga 2. Lomma kommun (2020). PM Buller från väg E6. [Opublicerat material]. Godkännande att använda material av Helena Sääf på Lomma kommun (samhällsbyggnadsförvaltningen) har mottagits via mejl 2021-05-03.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

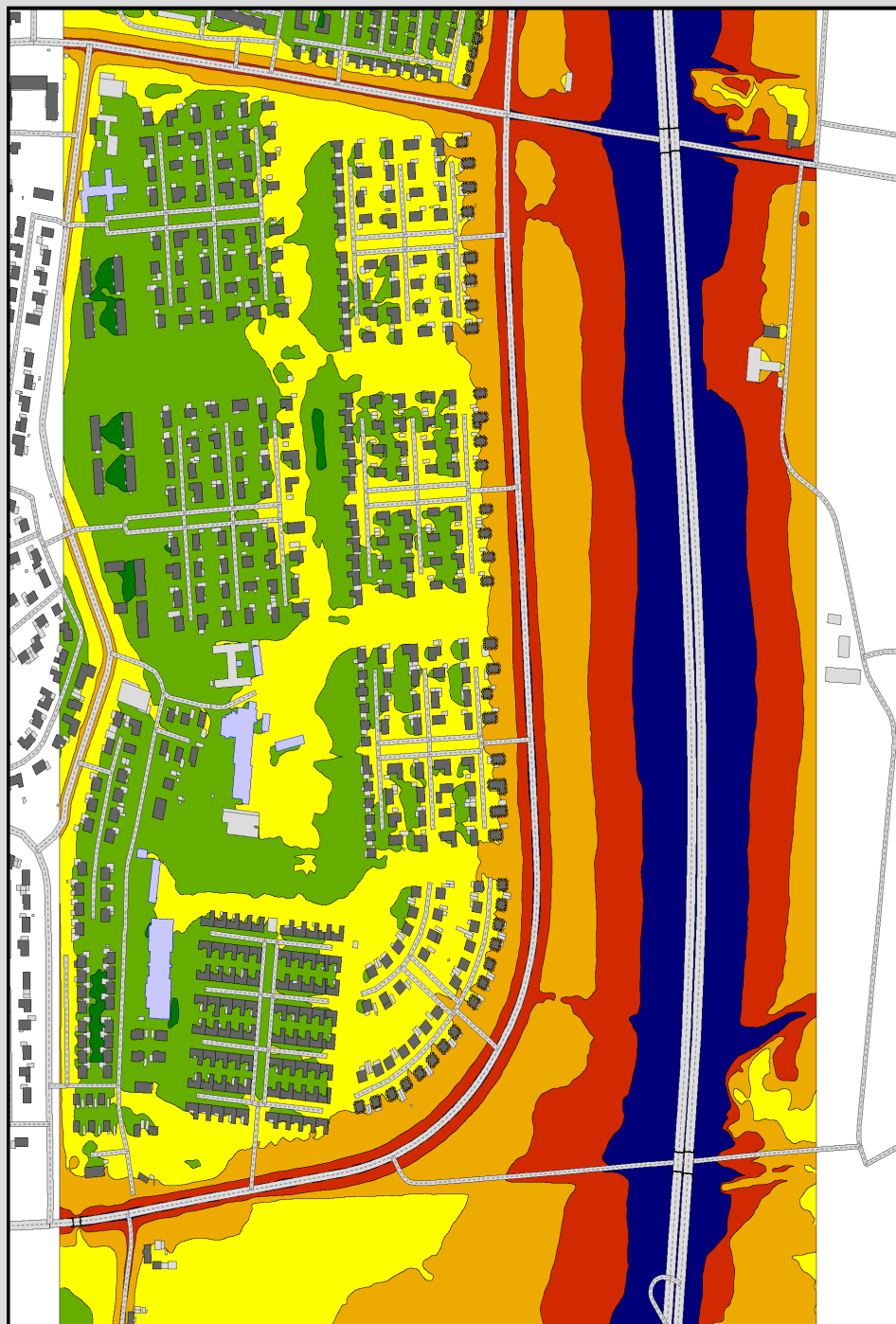
Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Bilaga 1





LOMMA E6/E20

Projektnummer: A130466
Datum: 2019-11-04

Handläggare: Maria Holmes
Granskad: Kristoffer Hultberg

Ljudkälla: Vägtrafik
Trafikdata: Framtiden 2038
Dygnsekvivalent ljudnivå
Söder om Vinstorpsvägen

Fasadpunkter: högsta nivå per punkt (frifält)
Spridningsberäkning: 2 m över
markytan (ej frifältsvärde)

Dygnsekvivalent
ljudnivå, LAeq

| | |
|-------|-------|
| <= 50 | <= 50 |
| 50 < | <= 55 |
| 55 < | <= 60 |
| 60 < | <= 65 |
| 65 < | <= 70 |
| 70 < | |

COWI

Skala (A4) 1:6000

0 40 80 160 240 320 m



Bilaga 2



SAMHÄLLSBYGGNADSFÖRVALTNINGEN

2020-05-28

Mark- och exploateringsenheten

Vår referens: Helena Sääf

Direkttel: 040-641 12 02

E-post: helena.saaf@lomma.se

Diariennr: KS KF/2020:116

Er referens:

PM Buller från väg E6

Inledning

Buller från väg E6 påverkar Lomma tätort och nedan görs en genomgång av förutsättningar för olika bullerskyddsåtgärder som kan genomföras för att begränsa bullernivåerna samt deras bullerreduktion tillsammans med tidsmässiga, ekonomiska och stadsbyggnadsmässiga aspekter.

Sträcka för bullerskydd

Den sträcka som studerats för bullerskydd har markerats på bilden till höger (delsträcka 1+2). Bullerskydd behöver sannolikt anläggas även ytterligare en kortare sträcka söder om Svanetorpsvägen för att förhindra att buller sprider sig in bakom delsträcka 2 men förutsättningarna för denna sträcka, som ägs av en privatperson, studeras inte vidare i detta PM.

Marken mellan tätorten och E6an i höjd med delsträcka 1 ägs av en privatperson som ej avser att upplåta mark för något bullerskydd. Marken utmed delsträcka 2 ägs av kommunen.

Bullernivåer och riktvärden

Bullerskyddsåtgärder eller andra försiktighetsmått ska enligt miljöbalken övervägas om olägenhet för människors hälsa kan befaras eller om god miljö inte nås. För att en god miljö kvalitet ska nås utanför befintliga bostäder bör enligt infrastrukturpropositionen 1996/97:53 och anknyttande dokument från centrala myndigheter i normalfallet bullernivån 55 dBA (Leq24h) från väg vid bostads fasad underskridas (*Naturvårdsverket "Riktvärden för buller från väg- och spårtrafik vid befintliga bostäder"*).



Det finns sedan olika riktvärden, åtgärdsnivåer och praxis beroende på bl.a. när bostäderna är byggda. För "äldre befintlig miljö" (där bostäderna är byggda före 1997 och den störande vägen inte byggts eller väsentligt byggts om efter 1997) anges enligt infrastrukturproposition 1996/97:53 och efterföljande praxis åtgärdsnivån 65 dBA. Om bostäder byggts mellan 1997 och 2015 eller om infrastrukturen byggts eller väsentligt byggts om efter 1997 ska skyddsåtgärder övervägas från 55 dBA (*Naturvårdsverket "Riktvärden för buller från väg- och spårtrafik vid befintliga bostäder"*).

Samtidigt ska nyttan av åtgärderna vägas mot kostnaderna och kraven på åtgärder får inte vara orimliga att uppfylla (2 kap. 7 § miljöbalken).

Beräkningar visar att många av bostadshusen i Vinstorpsområdet i höjd med delsträcka 2 (se bild 2 nedan) har bullernivåer på mellan 55 och 60 dBA (L_{Aeq}-dygnsekvivalent ljudnivå) vid sina östra fasader medan det ser generellt något bättre ut i området i höjd med delsträcka 1 (Vinstorp, Lervik och Lillevång), se bild 1 nedan. Mellan Malmövägen och bostäderna i höjd med delsträcka 1 finns idag en vall med någon meters höjd. Bilderna nedan finns även tillgängliga i [Bilaga 1](#). I raden av bostäder närmast Malmövägen, både norr och söder om Vinstorpsvägen, uppgår bullernivåerna till ca 62-65 dBA. För detaljerade bullernivåer vid bostäderna närmast Malmövägen söder om Vinstorpsvägen, se [Bilaga 2](#) (beställd och bekostad av Trafikverket).

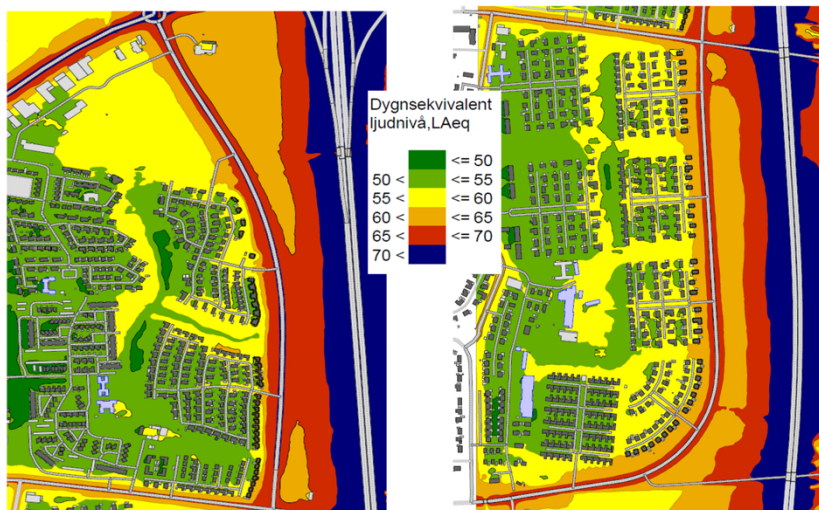


Bild 1: Delsträcka 1 – befintlig miljö
Bullerberäkning trafikdata år 2038, COWI 2019-11-04

Bild 2: Delsträcka 2 – befintlig miljö
Bullerberäkning trafikdata år 2038, COWI 2019-11-04

När det gäller förändring av bullernivåer så brukar generellt sägas att vid 5 dB uppfattas en märkbar skillnad av ljudet medan under 2 dB är tveksamt om alla märker.

Ju närmare bullerkällan ett bullerskydd placeras, desto bättre effekt uppnås. Sämst effekt uppnås vid placering mitt emellan bullerkällan och objektet som avses bullerskyddas.

Breddning av väg E6 och bullerplank

Trafikverket studerar möjligheten att genomföra en breddning av väg E6 för att skapa en i vardera riktning 3-filig motorväg mellan trafikplats Lomma och trafikplats Alnarp (se blå linje på bilden till höger). I och med projektet blir Trafikverket samtidigt skyldig att bullerskydda omgivningen i enlighet med ovan (riktvärdet 55 dBA).

Trafikverket gjorde 2019 en tidig kostnadsbedömning av breddningsprojektet och anger att totalkostnaden, med bullerskydd i form av ett 3,5 meter högt plank utmed ca 2.600 meter (ungefär från trafikplats Lomma och söderut en bit förbi Svanetorpsvägen), överstiger 99 mnkr. Detta får till följd att projektet inte längre innefattas i regional plan (som Trafikverket region syd själv prioriterar åtgärder inom och där kostnaden för enskilda projekt inte får överstiga 99 mnkr) utan övergår till nationell plan. Det i sin tur innebär att projektet skjuts fram på obestämd tid eftersom prioriteringen i nationell plan sannolikt ser annorlunda ut än i den regionala planen. Skjuts projektet fram kommer Trafikverket inte heller att genom någon separat åtgärd anlägga något bullerskydd utmed E6an. En indikation som givits på totalkostnaden för projektet är ca 140 mnkr, dvs kostnaden för projektet som del i regional plan överskrider med ca 40 mnkr, vilket motsvarar entreprenadkostnaden för hela sträckans bullerskydd.



Trots den tidiga kostnadsbedömningen har Trafikverket beställt en teknisk utredning av breddningsprojektet för att studera olika utförandealternativ samt eventuell etappindelning närmare för att eventuellt hitta en möjlighet att kunna genomföra projektet. Det har också stor betydelse för projektet ifall bullerfrågan kan lösas separat, då bullerskyddskostnaden i projektet därmed minskar. Den tekniska utredningar väntas bli färdig i februari 2021 och dessförinnan kan Trafikverket inte ge besked om breddningsprojektet kommer att genomföras. Undertecknades tolkning av Trafikverkets information är att det är mycket tveksamt om projektet, p.g.a. de ekonomiska förutsättningarna, kan genomföras om hela kostanden för bullerskydd måste belasta projektet.

Om breddningsprojektet ska genomföras behöver Trafikverket, efter den tekniska utredningen, ta fram en vägplan som ger möjlighet att tvångsinlösa den mark som krävs. Trafikverket bedömer att ett så pass stort intrång som bullervallar innebär inte kan motiveras i en vägplan utan vägplanen kan endast ianspråkta mark för bullerplank. Genom en vägplan kan dock markåtkomst erhållas för bullerskydd (och vägbreddning) både utmed delsträcka 1 och 2.

Trafikverket uttrycker att om finansieringen/bullerfrågan löses så skulle en byggstart av breddningsprojektet teoretiskt kunna ske om ca fem år.

Kraftledning

Söder om Vinstorpsvägen löper en kraftledning (E.ON, dubbla regionnätsluftledningen SEGE – LOMMA S 1 & 2, 50 kV) parallellt med E6an. För ledningarna gäller Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifter som bl.a. anger att markhöjden ej får förändras under eller invid ledningarna och att parkeringsplats inte får uppföras närmare än 10 meter från närmsta strömförande lina. Kraftledningen medför att en bullervall med tillräcklig höjd inte kan inrymmas mellan kraftledningen och E6an (ca 15-20 meter mellan vägens släntfot och kraftledningsstolparna) utan måste förläggas väster om kraftledningen.

För framtida bebyggelse i området behöver skyddsavstånd från kraftledningen studeras närmare. En översiktlig bedömning utifrån Svenska kraftnåts magnetfältspolicy som anger max 0,4 mikrotlesla vid bostäder, förskolor och skolor innebär ett skyddsavstånd på ca 30 meter för sådan användning intill en 50 kV-ledning.

Bullervall av massor från fyrspårsutbyggnaden Flackarp-Arlöv

Från Trafikverkets järnvägsprojekt fyrspårsutbyggnaden Flackarp-Arlöv finns överskottsmassor som kan användas till bullervallar. Trafikverket och dess entreprenör får då kort köravstånd för massorna vilket är bra ur miljösynpunkt, jämfört med om massorna körs till t.ex. Malmö. Samtidigt erhåller kommunen kostnadsfria massor och får anläggningsarbetet utfört utan kostnad. Masshanteringen i järnvägsprojektet ska starta i september 2020. En byggnation av vall kommer att pågå under ca 1-1,5 år i takt med järnvägsprojektets framfart. Det är möjligt att göra ingrepp i eller flytta delar av vallen efter att den är färdigbyggd för att t.ex. göra plats för en byggnad eftersom vallen placeras väster om kraftledningen på mark som skulle kunna detaljplanläggas som verksamhetsmark. En mycket grov kostnadsuppskattning av att ta bort hela vallen och transportera massorna till Malmö uppgår till ca 30 mnkr.

Buller från Malmövägen

Utöver buller från E6an påverkas Lomma tätort även av buller från Malmövägen. Ytan mellan bebyggelsen och Malmövägen utgörs av en bevuxen grönyta och är utpekad som grönstruktur i översiktsplanen. Trafikverket anger att ytan är så pass smal att den ur deras perspektiv inte är intressant för anläggande av en bullervall.

En lösning utan bullerskydd utmed E6 och endast ett 3 meter högt plank vid Malmövägen söder om Vinstorpsvägen visar att bullernivåerna (LAeq) för de flesta av bostäderna i de två raderna allra närmast Malmövägen endast sänks med ca 1-3 dBA, se [Bilaga 3](#) (beställd och bekostad av Trafikverket) och för raden innanför med ca 1-2 dBA. Att anlägga ett sådant bullerskydd utmed Malmövägen bedöms därför inte ge tillräcklig nytta i förhållande till kostnaden och åtgärdens omfattning.

Åtgärdsalternativ

Nedan görs en genomgång av olika bullerskyddslösningar och deras bedömda kostnad, bullerreduktion, tidplan och stadsbyggnadsmässiga påverkan och genomförbarhet.

1. Bullerplank

Kostnad

Enligt Trafikverkets tidiga kostnadsbedömning uppgår enbart entreprenadkostnaden för ett 3,5 meter högt (över vägbanan) bullerplank till 15.400 kr/löpmeter. Entreprenadkostnaden för ett 2.600 m långt bullerplank blir då 40 mnkr. Med för Lomma kommun sedvanliga påslag för oförutsett, projektledning och projektering blir totalkostnaden ca 21.000 kr/löpmeter och totalt ca 55 mnkr. Även Trafikverket gör liknande påslag. Om Trafikverket bygger bullerplank i breddningsprojektet uppstår ingen kostnad för kommunen (förutom markupplåtelse som är marginell i sammanhanget (åkermarksvärdet) eftersom den sker öster om kraftledningen på mark som inte kan utvecklas).

Bullerreduktion

Ett bullerplank intill E6an, med en höjd på 3,5 meter, beräknas minska bullernivåerna i höjd med delsträcka 1 (Vinstorp-, Lervik- och Lillevångsområdet) med 0-2 dBA och upp till 5 dBA inom de öppna allmänna grönytorna i/mellan dessa områden, se bilderna nedan. Exempelvis minskar

bullernivån vid Slätterängens förskola med 1-4 dBA. Riktvärdet på 55 dBA uppnås dock ej för samtliga bostäder inom området. Bild 4 nedan finns även tillgänglig i [Bilaga 4](#).

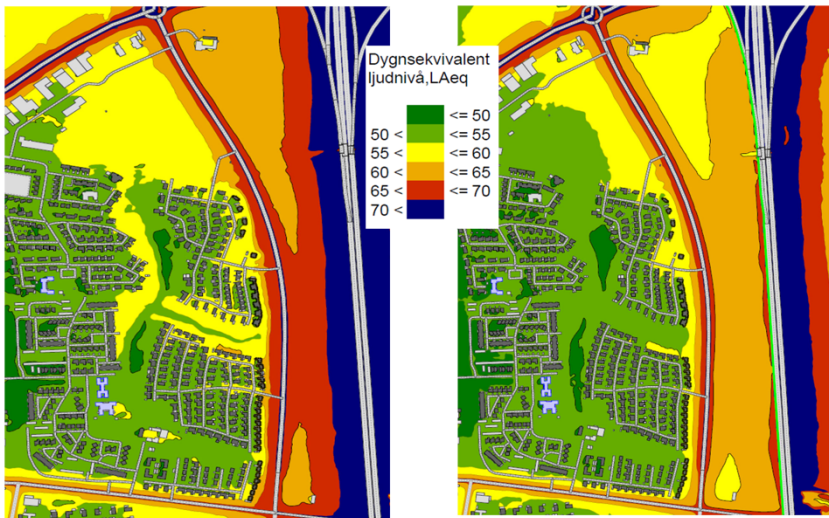


Bild 4: Delsträcka 1 – 3,5 m bullerplank utmed E6an
Bullerberäkning trafikdata år 2038, COWI 2019-11-04

Bild 3: Delsträcka 1 – befintlig miljö (samma som bild 1 ovan)
Bullerberäkning trafikdata år 2038, COWI 2019-11-04

För raden av 32 småhus belägna närmast Malmövägen visas bullernivåer i tabellen nedan. Avvikelse från nivåerna i tabellen förekommer för enskilda bostäder. Sammanfattningsvis sänker ett 3,5 m högt plank bullernivån med 5-7 dBA vid husradens östra fasad och ca 2-4 dBA vid västra fasaden.

Tabell – delsträcka 1, bostadshusen närmast Malmövägen

| | Ingen vall | Plank vid E6 - 3,5 m |
|-------------|--|--|
| Inget plank | 62-66 / 53-60 | 57-58 / 51-58 |
| | | |
| | * Första raden, östra fasaden / första raden, västra fasaden | * Första raden, östra fasaden / första raden, västra fasaden |

I området Vinstorpsområdet söder om Vinstorpsvägen i höjd med delsträcka 2 sänker ett 3,5 m högt plank bullernivån på bostadstomterna, likt norr om Vinstorpsvägen, med 0-2 dBA och upp till 5 dBA inom de öppna allmänna grönytorerna. Exempelvis minskar bullernivån vid Karstorpsskolan med 2-5 dBA (se bilderna nedan). Bild 6 nedan finns även tillgänglig i [Bilaga 4](#).

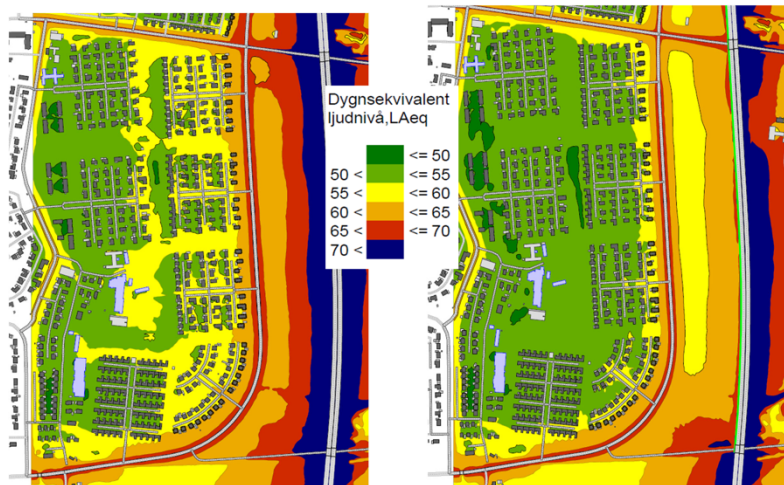


Bild 5: Delsträcka 2 – befintlig miljö
Bullerberäkning trafikdata år 2038, COWI 2019-11-04

Bild 6: Delsträcka 2 – 3,5 m bullerplank utmed E6an
Bullerberäkning trafikdata år 2038, COWI 2019-11-04

För den rad av 39 småhus som är belägna närmast Malmövägen visas bullernivåer i tabellen nedan (generellt gäller för de föreslagna åtgärderna att effekten minskar närmare vallens/plankets ändar). Avvikelse i bullernivåer förekommer för enstaka bostäder. Sammanfattningsvis sänker ett 3,5 m högt plank vid E6 bullernivån med 3-5 dBA vid husradens östra fasad och ca 2-4 dBA vid västra fasaden (generellt minskar åtgärdernas effekt där Malmövägen svänger mot havet).

Tabell – delsträcka 2, bostadshusen närmast Malmövägen

| | Ingen vall | Plank vid E6 - 3,5 m |
|-------------|--|--|
| Inget plank | 64-65 / 59-60 | 59-62 / 55-59 |
| | * Första raden, östra fasaden / första raden, västra fasaden | * Första raden, östra fasaden / första raden, västra fasaden |

Beräkningar där planket utmed E6an kompletteras med ett plank utmed Malmövägen visar att bullernivån vid fasad reduceras med endast 1-2 dBA för bostadshusen allra närmast Malmövägen.

Trafikverket bygger bullerplank

För att ett bullerplank ska uppnå bäst effekt ska det placeras så nära vägbanan som möjligt vilket innebär att Trafikverket bör bygga bullerplanket då det bäst placeras inom vägområdet. I nuläget kan besked ej ges om det finns förutsättningar för att genomföra breddningsprojektet inklusive ett bullerplank. Om projektet genomförs ska Trafikverket ta fram en vägplan och kan på så vis skapa möjlighet att placera ett plank utmed hela sträckan. Genomförs ej breddningsprojektet kommer inte Trafikverket att bekosta och bygga något bullerplank. Kan bullerskydd lösas separat på kommunens mark (delsträcka 2) skulle eventuellt breddningsprojektet kunna genomföras och omfatta ett plank endast utmed delsträcka 1. Besked i frågan kan ges tidigast i februari 2021.

Kommunen medfinansierar bullerplank

En fråga som lyfts med Trafikverket är om det är möjligt att kommunen medfinansierar kostnaden för bullerplank i breddningsprojektet så att Trafikverkets totalkostnad inte överstiger 99 mkr och projektet kan genomföras inom regional plan. Enligt Trafikverket ska dock medfinansieringen räknas in i projektets totalkostnad vilket gör att projektet ändå övergår till nationell plan och region syd förlorar inflytande över projektets tidplan. Därav är detta ingen lösning som synes vara genomförbar.

Kommunen bygger bullerplank i egen regi

Ett alternativ är möjligheten att kommunen i egen regi, utmed delsträcka 2 där markåtkomst är möjlig, bekostar och bygger ett bullerplank utmed E6an innan breddningsprojektet genomförs. Detta bedöms kosta ca 23 mnkr efter påslag (ca 1.100 meter långt). Förutsättningarna för detta är dock tveksamma och har inte studerats tillräckligt ingående. Osäkerheten kring detta alternativ består bl.a. i att om breddningsprojektet ska genomföras behövs ett visst arbetsområde utanför vägbanan under byggtiden, vilket innebär att planket måste placeras längre från vägen än om det hade byggts i breddningsprojektet. Detta i sin tur kan medföra högre anläggningskostnader (massor behövs för att fylla upp intill vägen så att planket står i höjd med vägbanan etc) och att planket får sämre bullerreduceringseffekt. Det skulle också kunna innebära att planket hamnar för nära kraftledningen och därav inte kan uppföras alls öster om kraftledningen.

Tidplan

Om breddningsprojektet genomförs kan det, tillsammans med ett bullerplank, byggas omkring år 2025.

Stadsbyggnad och markanvändning

Bullerplank som placeras öster om kraftledningen intill vägbanan tar ingen mark i anspråk som sedan skulle kunna detaljplanläggas som verksamhetsmark. Synfältet över åkrarna mellan vägen och bostadshusen i Lomma avskärmas av ett långt plank, som påverkar landskapsbilden.

2. Bullervall

Kostnad

Vallen kan endast placeras enligt överenskommelse med berörd markägare och därav är endast delsträcka 2 aktuell. Trafikverket står för kostnaden för transport och anläggning av bullervallen. Kommunen upplåter mark utan ersättning vilket innebär att denna mark inte kommer att kunna planläggas och säljas som verksamhetsmark och innebär därmed ett framtida inkomstbortfall, se vidare nedan.

Bullerreduktion

En bullervall planeras få en höjd på 7-9 meter för att uppnå godtagbar effekt. Bullernivåer för husraden närmast Malmövägen, söder om Vinstorpsvägen anges i tabellen nedan. För bullerkartor, se Bilaga 5 och 6. Skillnaden mellan en 7 och 9 m hög vall är marginell (ca 1 dBA) för husraden närmast Malmövägen medan många av bostäderna i andra raden då erhåller en ytterligare sänkning av bullernivåer på ca 1-2 dBA och uppnår 54-55 dBA, dvs i nivå med riktvärdet på 55 dBA.

Beräkningarna visar vidare att en komplettering med ett plank utmed Malmövägen har betydande effekt för husraden närmast vägen, som då minskar sitt buller ytterligare 3-5 dBA (mindre ju närmare plankets slut) men effekten minskar drastiskt redan för andra husraden (endast en minskning med ca 1 dBA). Plankets höjd, 2 eller 3 m, visar sig ha liten effekt (ca 1-2 dBA för husraden närmast vägen).

| | Ingen vall | Plank vid E6 – 3,5 m | Vall - 7 m | Vall - 9 m |
|-------------|---|---|---|---|
| Inget plank | 64-65 / 59-60 | 59-62 / 55-59 | 59-60 / 56-57 | 59-60 / 54-56 |
| | Första raden, östra fasaden / första raden, västra fasaden | Första raden, östra fasaden / första raden, västra fasaden | Första raden, östra fasaden / andra raden, östra fasaden | Första raden, östra fasaden / andra raden, östra fasaden |

Trafikverket anlägger bullervall i egen regi

Trafikverket kommer ej att genomföra detta i samband med breddningsprojektet (en vägplan kan inte ta i anspråk så mycket mark för detta ändamål) utan det måste ske separat genom kommunens försorg i enlighet med nedan.

Kommunen anlägger bullervall (enligt avtal med Trafikverket)

Kommunen har möjlighet att i samarbete med Trafikverket anlägga en bullervall då massor för ändamålet finns att tillgå inom kort. Trafikverket utför och bekostar transport av massorna samt anläggning av en vall med en höjd över vägbanan på ca 7-9 meter.

Vallen kan endast anläggas där överenskommelse träffas med berörd markägare varför det endast är möjligt på delsträcka 2. Vallen placeras väster om kraftledningen och medför att ca 3,5 ha mark framgent inte kommer att kunna detaljplanläggas som verksamhetsmark och säljas till extern aktör (ca 13,5 ha kvarstår som utbyggnadsområde). En vall med 9 meters höjd tar sannolikt ytterligare lite mer mark i anspråk. Detta medför, jämfört med om marken sålts, en utebliven vinst om minst 13 mnkr (beräknat i likhet försäljningspriset inom Nians verksamhetsområde). Denna summa hade dock inkommit i etapper med start tidigast om ca 5 år.

Marken som upplåts för bullervall kvarstår i kommunens ägo och ingen ersättning för markupplåtelsen utgår. Kommunen blir också ansvarig för att utföra och bekosta framtida underhåll av vallen. Detta bedöms dock vara en marginell kostnad (endast klippning).

Tidplan

Masshanteringen i järnvägsprojektet kommer att pågå i ca 1-1,5 år med start i september 2020 och under del av denna tid kommer vallen att anläggas. Avtal om anläggande av vallen måste tecknas omgående med Trafikverket om åtgärden ska kunna genomföras.

Stadsbyggnad och markanvändning

En hög vall blir väl synlig i landskapet och tar genom sin placering väster om kraftledningen potentiell framtida verksamhetsmark i ett attraktivt läge i anspråk. Genom att mark utmed fältets långsida tas i anspråk blir området ytterligare smalare vilket kan försvåra en effektiv och funktionell disponering av området för verksamhetsytor (fältets bredd efter anlagd vall är ca 120 meter).

3. Bullerskydd delvis med hjälp av byggnader

Kostnad

Vid detaljplanläggning av områdena mellan Lomma tätort och E6an kan placering och krav ställas på utformningen av de framtida byggnaderna så att de i så stor utsträckning som är möjligt och rimligt medverkar till en bullerreduktion för tätorten. Framtida byggnader bekostas av exploatörerna.

Beroende på placering och utformning av byggnaderna kan komplettering av bullerskydd mellan dem behöva ske i form av t.ex. plank, som beroende på placering kan bekostas av kommunen eller exploatör.

Behov, omfattning och kostnad för bullerskyddsåtgärder utöver byggnader är inte studerad.

Bullerreduktion

Hur mycket bullerreduktion byggnader och eventuella kompletterande bullerskyddsåtgärder kan ge är inte studerat, men det kan tänkas att det går att få en liknande bullerreduktion som en vall då även byggnader placeras väster om kraftledningen.

Tidplan

Ett genomförande av byggnationen bedöms kunna påbörjas om ca 5 år och kan komma att pågå i ca 5-10 år innan hela sträckan är detaljplanlagd och utbyggd.

Övrigt

Beslut och tillstånd

Berörda områden omfattas inte av detaljplan och något marklov behövs därmed inte.

För att anlägga en bullervall krävs en anmälan till miljökontoret i enlighet med 29 kap 35 § miljöprövningsförfordningen (verksamhetskod 90.141). Beroende på mängden massor och hur förorenade massorna är finns det en risk att det inte räcker med en anmälan, utan att tillstånd från länsstyrelsen krävs; detta är upp till länsstyrelsen att bedöma, då anmälan går på remiss till dem. Trafikverket anger att massorna är rena (provtagning har genomförts utmed hela spårområdet) och att kontroll sker under hela arbetet. Uppföljning under arbetets gång kommer att utföras av miljöenheten.

Vid anläggning inom 50 meter från E6an krävs enligt 47 § väglagen tillstånd från Länsstyrelsen (som skickar remiss till Trafikverket). Tillstånd är ännu ej sökt med samråd har skett med Trafikverket och tillstånd bedöms kunna ges.

Tillstånd från kraftledningsägaren krävs för att anlägga en bullervall så pass nära luftledningen. Samråd kring placeringen av bullervallen har skett med E.ON.

Samråd med länsstyrelsen enligt 12 kap 6 § miljöbalken kan behövas vid anläggande av bullervall om åtgärden väsentligt kan komma att ändra naturmiljön. Anmälan om samråd har ännu ej gjorts.

Alnarpområdet

Alnarpområdet har relativt låga vägbullernivåer (40-50 dBA) varvid väg E6 söder om Svanetorpsvägen (del av fastigheterna Karstorp 28:2 som ägs av en privatperson och Alnarp 1:1 som ägs av SLU) inte fordrar något bullerskydd för att E6an ska kunna breddas. Dessutom ökar höjden mellan vägbanan och omgivande mark ju närmare trafikplats Alnarp man kommer. Någon bullerutredning för Alnarpområdet har inte gjorts men en vall bedöms få låg effekt på bullernivåerna i området. SLU har ändå tillfrågats om möjligheten att anlägga en bullervall på marken men motsätter sig dess placering, då den även här behöver placeras väster om kraftledningen vilket medför ett förhållandevis stort markintrång och försvårad brukning av fältet.

Bullerberäkningar

För att på rätt sätt bedöma den information som bullerberäkningarna visar skulle t.ex. ett utlåtande från en akustiker behövas, vilket inte finns i nuläget. Det behöver också studeras vidare hur bullerskydd kan utformas i kanterna för att minska bullerspridningen in bakom bullerskyddet. Eventuella kombinationer

av vall och plank har heller inte studerats. Hur buller sprids och reflekteras är komplicerat och även till synes mindre avvikelser från utformning kan ofta kräva en reviderad, fördjupad eller kompletterande bullerutredning.

Informationen i detta PM har utöver ovan nämnda dokument inhämtats från bl.a. miljöenheten och Trafikverket.

Helena Sääf
Mark- och exploateringschef